

PROYECTO FIN DE CARRERA



**CÁMARA FRIGORÍFICA CON REFRIGERANTES DE
NUEVA GENERACIÓN SUSTITUTOS DEL R22 Y R404A**

**DIRECTOR: MARCELO IZQUIERDO MILLÁN
ALUMNO: NÉSTOR CABALLERO REDONDO.**



***Dedicado a mis padres, Florentino y Josefina,
a mi hermana Elisa y a mi novia Laura.***

ÍNDICE

1. Introducción	4
1.1 Objetivo del proyecto	4
1.2 Los refrigerantes	4
2. Especificaciones de cámara y carga térmica	10
2.1 Especificaciones de la cámara	10
2.1 Carga térmica	18
3. Ciclo frigorífico. Nuevos refrigerantes	24
3.1 Ciclo frigorífico	24
3.2 Nuevos refrigerantes	25
3.3 Cálculo del ciclo	
4. Simulaciones	39
4.1 Simulación anual	39
4.2 Procedimiento de cálculo	40
4.3 Simulación día de invierno	53
4.4 Simulación día de verano	55
4.5 Simulación de día templado	56
5. Consumo energético y CEE. Selección de componentes. Especificación y selección de componentes	57
5.1 Simulación anual	59
5.2 Simulación diaria	63
5.3 Componentes de la instalación frigorífica	64
5.4 Selección de componentes	75
6. Emisiones CO2 equivalentes	91
7. Comparación con R22 y R404A	95
8. Presupuesto	102
8.1 Presupuesto	102
8.2 Coste de operación	104
9. Conclusiones	106
Nomenclatura	107
Bibliografía	109



Anexos

Anexo 1. Gráficas de simulación anual

Anexo 2. Gráfica de simulaciones diarias

Anexo 3. Información nuevos refrigerantes.

Anexo 4. Catálogos.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO

Este proyecto tiene por objetivo estudiar la implementación de nuevos sustitutos del R22 en una aplicación real, una cámara frigorífica. Para ello se abordará el diseño completo de ésta. Se diseñará en base a datos reales de temperatura. Una vez hecho el cálculo de la carga térmica, se procederá al diseño del sistema de producción de frío. Se realizarán simulaciones de la evolución de todos los parámetros (carga térmica, potencias en el evaporador y condensador, consumo en el compresor, coeficientes de eficiencia energética) para un año, con datos reales de temperatura y para cada refrigerante.

En base a estas simulaciones, se hará otra simulación del impacto ambiental de la instalación.

El estudio económico incluirá el presupuesto completo de la instalación, y una simulación del coste de explotación (coste de la energía eléctrica consumida)

Con todo ello se pretende determinar las aptitudes de los nuevos refrigerantes, comparándolos tanto con el R22 como con los sustitutos que se han venido usando estos años.

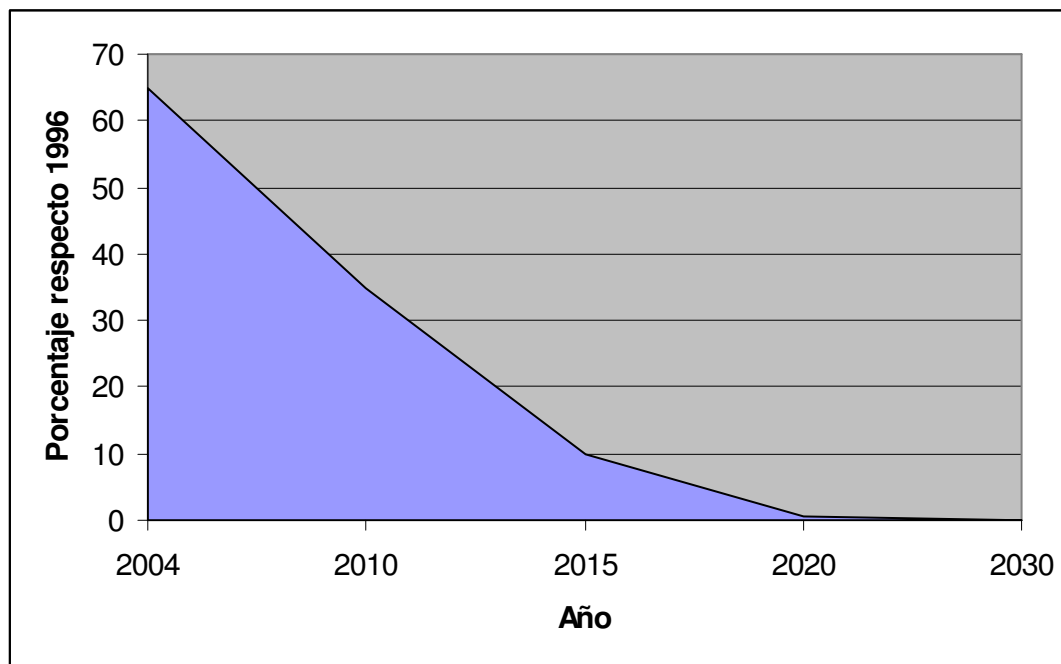
1.2. LOS REFRIGERANTES

Como ya se ha comentado, el objetivo último de este proyecto es analizar sobre un caso práctico el comportamiento de varios refrigerantes de nueva generación, sustitutos del R-22. Antes de pasar a los siguientes apartados, se hará una breve introducción sobre los refrigerantes que hasta hoy se han venido usando.

Tradicionalmente, el refrigerante más usado para aplicaciones similares a la de este proyecto ha sido el R-22 (Monoclorodifluormetano). Este refrigerante está catalogado como un HCFC. Con la aprobación del protocolo de Montreal el 16 de Septiembre de 1987 y sus posteriores revisiones, se pone fecha para la desaparición de esta sustancia por contribuir a la destrucción de la capa de ozono. A partir del 1 de enero de 1996 se fija un calendario para la progresiva desaparición de los refrigerantes HCFC, incluido el R-22. Dicho calendario toma como referencia el año 1989 y fija para el 1 de enero de 1996 un consumo máximo del 2,8% del consumo de CFCs más el consumo de HCFCs de 1989. Establece para unas determinadas fechas el porcentaje del consumo de este año que no se debe exceder al comienzo de estos periodos. En el año 2030 el consumo debe ser cero. El calendario es el siguiente:

Fecha	% del consumo en 1996
01-ene-04	65
01-ene-10	35
01-ene-15	10
01-ene-20	0,5
01-ene-30	0

Tabla 1.1: Calendario de desaparición de los HCFCs.



Gráfica 1.1: Calendario de desaparición de los HCFCs

A día de hoy y según el Protocolo de Montreal, se debería estar trabajando para que el 1 de enero de 2010 el consumo de HCFCs sea el 35% que el que se registró en 1996.

Ante esta perspectiva se comenzaron a comercializar sustitutos de estos refrigerantes. Estos sustitutos deben ser sustancias que no dañen la capa de ozono y que tengan unas propiedades lo más parecidas posibles a las de las sustancias que sustituyen. Estos refrigerantes son los HFCs. En este proyecto estudiaremos los refrigerantes sustitutos del R-22.

No todos los sustitutos logran tener el mismo comportamiento que el R-22 en todo el rango de temperaturas. Algunos de ellos se recomiendan para determinados rangos, ya que es ahí donde mejor trabajan. Los sustitutos que actualmente se han venido usando son los siguientes:

1. R404A: Recomendado para aplicaciones de refrigeración.
2. R410A: Recomendado para sustituir al R-22 en aplicaciones de aire acondicionado o producción de calor, es decir, en aplicaciones donde todas las temperaturas sean positivas. Según el fabricante, este refrigerante debe ser usado sólo en instalaciones diseñadas específicamente para él.
3. R407C: Al igual que el R-410 a, se presenta como un sustituto del R-22 en aplicaciones de climatización. La diferencia es que sus propiedades son más parecidas al R-22 y puede ser usado como sustituto en instalaciones existentes.
4. R 507: Recomendado para aplicaciones de refrigeración.

Estos refrigerantes son en realidad, mezclas de otros refrigerantes. Más adelante, se indicará la composición de cada uno.

Otro punto a resaltar es el tipo de aceite empleado. No todos los refrigerantes trabajan con el mismo tipo de aceite, con lo que al sustituir el R-22 se debe sustituir también el aceite del sistema para usar el adecuado al sustituto empleado. Usar un aceite inadecuado puede provocar su degradación al combinarse con el refrigerante y provocar el fallo del compresor. En la explicación de cada refrigerante se indicará que tipos se deben usar. Los tres tipos de aceites son:

1. MO: Aceite mineral natural obtenido del refinado del petróleo
2. AB: Aceite alquilbencénico sintético producido industrialmente.
3. POE: Aceite poliolester. Este refrigerante está indicado especialmente para el uso con HFCs.

A continuación se describen los refrigerantes anteriormente citados.

R-22:

El R-22 como ya se ha indicado antes, es un refrigerante incluido en la categoría de los HCFC. Esta generación de refrigerantes surgió para sustituir a los catalogados como CFC, que son extremadamente dañinos para la capa de ozono. No obstante, los HCFC continúan teniendo un efecto negativo sobre el planeta, por lo que el protocolo de Montreal también establece un calendario para su desaparición (Resumido en la introducción de este capítulo)

La gran cantidad de sustitutos del R-22 se debe en gran parte a su amplia aceptación y sobre todo a la multitud de aplicaciones en las que se usa. El R-22 puede ser usado, tanto para aplicaciones domésticas (aires acondicionados) como en aplicaciones industriales (climatización de grandes edificios o cámaras frigoríficas en cualquier rango de temperatura). Surge la problemática de crear refrigerantes para la sustitución del R-22 que sean capaces de trabajar en el mismo rango de temperatura.

El R-22 es un refrigerante puro, es decir, no es mezcla de otras sustancias. La sustancia denominada R-22 es el monoclorodifluorometano.

Puede ser usado con aceites AB o MO.

Si se inhala vapor altamente concentrado puede causar efectos nocivos en el sistema nervioso y en el peor de los casos la muerte. Los primeros síntomas de una intoxicación por inhalación son confusión o descoordinación. Es más denso que el aire con lo que hay peligro de asfixia en lugares cerrados (p.e. fosas) Es una sustancia irritante para piel y ojos. Ninguno de sus componentes está catalogado como cancerígeno.

No es inflamable, está catalogado como refrigerante de alta seguridad.

R404A

Se presenta como sustituto al R-22 o al R-502. En el campo de aplicación del R-22, el R-404 a está indicado para ser usado en aplicaciones de baja y media temperatura. Según el fabricante de referencia que se usa en este proyecto (DuPont), para temperaturas de evaporación de entre -1°C y 10°C la capacidad refrigerante es similar a la del R-22 para este rango. Para temperaturas de evaporación menores de -1°C esta capacidad frigorífica es mayor (6% mayor a -18°C y 30% mayor a -40°C) No obstante el mismo fabricante indica que el consumo energético también es mayor con este refrigerante para bajas temperaturas (-12°C en adelante)

Este refrigerante es mezcla de varias sustancias. Su composición es:

Componente	Porcentaje (%)
Pentafluoretano (HFC-125)	44
1,1,1-Trifluoretano (HFC-143a)	52
1,1,1,2-Tetrafluoretano (HFC-134a)	4

Tabla 1.2: Composición del R22

Al igual que el R-22 puede llegar a ser mortal al ser inhalado en grandes concentraciones. Sus efectos son similares, causando confusión, descoordinación y en el peor de los casos arritmias. No contiene componentes cancerígenos.

No es inflamable.

Se recomienda usar aceites POE.

R507

Es un refrigerante muy similar al R-404A. De hecho, el fabricante da los mismos datos para estos dos refrigerantes y asegura en todo momento que son prácticamente iguales entre sí e iguales como sustitutos del R-22.

Componente	Porcentaje
Pentafluoretano (HFC-125)	50
1,1,1-Trifluoretano (HFC-143 ^a)	50

Tabla 1.3: Composición del R507

Sus efectos sobre la salud humana aparecen como en el resto de refrigerantes ante grandes concentraciones. Los síntomas son iguales a los anteriormente citados y no se repetirán.

Se recomienda usar aceites POE.

En este proyecto no usaremos este refrigerante pero conviene mencionarlo como alternativa al R-404a.

R410A

Sustituto del R-22 para aplicaciones de climatización. Tiene el inconveniente de tener puntos de operación muy distintas al R-22 funcionando entre las mismas temperaturas con lo que no puede reemplazarle en instalaciones existentes. Debe ser usado en instalaciones especialmente diseñadas.

Su composición es:

Componente	Porcentaje
Pentafluoretano (HFC-125)	50
Difluorometano (HFC-32)	50

Tabla 1.4: Composición del R410A

Debe ser usado con aceites POE.

Tiene efectos nocivos para la salud si se entra en contacto con altas concentraciones. Sus efectos sobre la salud son similares al resto de refrigerantes.

R407C

Para aplicaciones de climatización, puede sustituir al R-22 directamente sin modificar la instalación a diferencia del R-410a.

Su composición es:

Componente	Porcentaje
Pentafluoretano (HFC-125)	25
1,1,1,2-Tetrafluoretano (HFC-134a)	52
Difluorometano (HFC-32)	23

Tabla 1.5: Composición R407C

Al igual que el resto de HFCs, se recomienda usar aceites POE.

En este proyecto se analizará el ejemplo de una cámara frigorífica, y se obtendrán sus parámetros de operación primero usando R-22, luego su sustituto tradicional para esta aplicación, el R404A, y a continuación los sustitutos de nueva generación. El R507 tiene un comportamiento prácticamente igual que el del R404A y el R410A y el R407C



se recomiendan para climatización. Por tanto estos tres últimos refrigerantes no serán objeto de estudio. Los nuevos refrigerantes se analizarán en profundidad en el capítulo 3.

CAPÍTULO 2. ESPECIFICACIONES DE CÁMARA Y CARGA TÉRMICA

2.1. ESPECIFICACIONES DE LA CÁMARA

La cámara frigorífica objeto de este proyecto estará destinada a almacenar pescado congelado. Según la bibliografía el pescado congelado debe conservarse a una temperatura de -20°C . Por sus dimensiones, está concebida como un almacén de distribución a una pequeña zona y para venta al distribuidor final. La cámara estará integrada en un complejo logístico, mayor.

$$T_i = -20^{\circ}\text{C}$$

Las dimensiones serán:

Dimensiones	
Largo	15 m
Ancho	10 m
Alto	5 m
Volumen	750 m^3

Tabla 2.1: Dimensiones de la cámara frigorífica.

Con estas dimensiones y asumiendo el volumen aproximado de almacenamiento propuesto en la tabla siguiente, $8,1 \text{ m}^3/\text{T}$, la cantidad aproximada de almacenamiento de la cámara será de $92,6 \text{ Tn}$.

Para la elección de temperatura, humedad interior y otros parámetros se ha seguido la siguiente tabla:

Concepto	Calor específico		Calor latente de congelación Kcal/Kg	Contenido de agua %	Temperatura de congelación °C	Volumen aproximado de almacenamiento m³/tn	Temperatura de almacenamiento °C	Movimiento del aire	Humedad relativa %	Período de almacenamiento aproximado
	Sobre punto de congelación Kcal/Kg°C	Bajo punto de congelación Kcal/Kg°C								
PESCADOS										
Arranques ahumados	0,56	-	-	45	-	-	-10/0	-	80-85	1-2 m
Bacalao	0,76	-	-	83	-1,7	12,5	-10/-4	l	80-85	12-18 d.
Bacalao salado	-	-	-	83	-	-	-20	-	80-85	6-8 m
Bogavante cocido	0,81	0,42	58	-	-	-	+1/+3	-	85-90	10-15 d
Bogavante vivo	0,81	0,42	58	-	-	-	+2/+4	-	90-95	4-8 d
Langosta cocida	0,81	0,42	58	-	-	-	0/+2	-	85-90	10-15 d
Langosta viva	0,81	0,42	58	-	-	-	+2/+4	-	90-95	4-8 d
Ostras	0,84	0,44	64	80	-2,2	-	-1/-1	l	85-90	1-2 m
Pescado fresco	0,82	0,43	58	73	-1/ 2	12,5	0/+2	-	90-95	10-15 d.
Pescado seco	0,56	0,34	36	45	-	7,5	-10/0	-	75-80	3-4 m
Pescado congelado	-	-	-	-	-	8,1	-12/-20	l	90-95	8-10 m
Pescado poco salado	-	-	-	-	-	7,5	-2/0	l	85-90	4-8 m
Pescado ahumado	0,76	-	-	-	-	-	+4/+6	-	60-65	8-8 m.
CARNES										
Buey	0,77	0,41	57	74	-1,7	-	0/+2	f	80-85	8-12 d
Carnero	0,81	0,43	52	65	-1,7	-	0/+2	f	85-90	6-10 d
Caza	0,78	0,41	59	74	-1,7	-	0/+2	-	75-80	8-12 d
Caza congelada	-	-	-	-	-	8,7	12/-14	l	80-85	3-4 m
Cerdo	0,14/0,54	0,30/0,32	30	35/42	-2,2/-1,7	-	0/+2	f	85-90	4-10 d
Cerdo congelado	-	-	-	-	-	-	-18/-24	-	85-95	2-8 m
Conejos	0,80	0,43	52	60	-1,7	-	-1/-1	-	85-90	6-10 d
Conejos congelados	-	-	-	-	-	-	-12/-24	l	85-90	6-8 m
Cordero	0,68/0,76	0,38	52	60/70	-2,2/-1,7	-	0/+2	-	85-90	5-10 d
Cordero congelado	-	-	-	-	-	5,9	-12/-24	-	80-90	10-12 m
Despojos	0,73	0,40	52	65	-1,7	-	0/+2	f	85-90	4-6 d
Embutidos (curados)	0,65	-	-	-	-	-	+2/+4	-	75-80	4-6 m
Jamón	0,58/0,63	0,34/0,36	40	47/54	-2,2/ 1,7	-	0/+2	-	85-90	7-12 d
Jamón congelado	-	-	-	-	-	-	-18/-24	-	90-95	6-8 m
Jamón salado	0,54	0,33	34	40/45	-	-	+12/+15	-	75-80	10-12 m
Jamón ahumado	0,55	0,45	16	20	-	8,7	-2/-10	f	75-80	3-4 m
Mantecca de cerdo	0,54	0,40	38	46	-2,8	5,0	+3/+5	f	75-80	3-4 m
Pavo	0,82	0,43	59	78	-2,7	7,5	2/0	l	75-80	8-10 d
Pollos	0,80	0,43	59	74	-1,7	6,2	-1/-1	l	80-85	8-10 d
Pollos congelados	-	-	-	60	-	6,2	-10/-30	l	80-85	4-12 m.
Ternera	0,71	0,39	50	63	-2,2/-1,7	7,2	0/+2	f	85-90	5-10 d
Tocino (fresco)	0,55	0,31	31	39	-1,7	9,4	0/+2	f	85-90	0,5-1,5 m
Tocino ahumado	0,30/0,43	0,24/0,29	10/22	13/29	-	-	+15/+18	f	60-65	3-4 m
Tocino congelado	-	-	-	-	-	7	-14/-24	-	85-90	4-6 m.

Tabla 2.2: Propiedades de almacenamiento del pescado congelado

La humedad ambiente, como puede observarse, deberá conservarse en torno al 95%.

Esta cámara estará diseñada para admitir el producto si es transportado a la temperatura de conservación, es decir, esta cámara no estará diseñada para congelar pescado fresco, por ejemplo. Por tanto, se impone que el pescado deberá proceder de camiones frigoríficos que transportarán y entregarán la mercancía a -20°C. A efectos de cálculo se contemplará la posibilidad recepcionar el material a -15 °C como temperatura máxima aceptable.

El producto no será conservado en el interior más de 60 días. Este dato permite dimensionar las cantidades de entrada y salida diarias de pescado.

La cámara se construirá como anexo a una instalación frigorífica mayor, estando la cara norte en contacto con el interior refrigerado a 2°C, y siendo esta pared por donde entre el producto. Por tanto, la cámara se integrará en el sistema de circulación de vehículos o personas del recinto contiguo.

En cuanto a las características constructivas de la cámara frigorífica, se exponen a continuación sus condiciones.

El acceso como ya se ha comentado, se hará por la cara norte, donde se colocará una puerta basculante. Esta pared será la única en contacto con un local climatizado. El resto de superficies (paredes sur, este, oeste y techo) estarán expuestas al ambiente exterior. La pared Norte estará en contacto con el muelle de carga. Esta zona no será objeto de este proyecto, aunque se describe a continuación sus características:

El acceso desde el exterior se hace a través de una puerta tipo abrigo retráctil (ver imagen). La zona de carga-descarga es un espacio climatizado a una temperatura fija de 2°C, con espacio suficiente para el tránsito de carretillas elevadoras.



Imagen 2.1: Puerta tipo abrigo retráctil.

El interior de la cámara estará separado del resto del recinto por una puerta basculante:



Imagen 2.2: Puerta basculante.

2.1.1. Paredes:

Para la construcción de los cerramientos verticales se ha optado por usar paneles frigoríficos. El uso de paneles frigoríficos tiene muchas ventajas respecto a integrar una capa de aislante en las distintas capas del cerramiento. Si se ejecuta el aislante como parte del cerramiento, hay que prestar especial atención en calcular la barrera anti-vapor, de tal forma que se garantice la impermeabilidad de la capa aislante. El fallo de esta barrera anti-vapor provocaría con el tiempo el paso de humedad que se condensaría en el aislante haciéndole perder sus propiedades. En la fase de ejecución habría que contemplar que las barreras anti-vapor son físicamente películas muy delgadas que por tanto deben asentarse sobre superficies muy bien acabadas y deben colocarse cuidadosamente. El costo económico de esto sería mayor que el de usar paneles aislantes.

Como es obvio, la parte fundamental del cerramiento en una cámara frigorífica es el aislante. Los objetivos del material de aislamiento son:

- Facilitar el mantenimiento de la temperatura interior, minimizando las pérdidas de calor por transferencia.

- Ahorrar energía eligiendo un valor de espesor óptimo desde el punto de vista económico.
- El uso de paneles además nos garantiza evitar la circulación de humedad.
- Deben prevenir o retardar la propagación de fuego ante un incendio.

Los paneles que se usarán en esta cámara son de espuma de poliisocianurato. La composición de estos paneles es (según el fabricante):

- Alma del panel: Espuma rígida de poliisocianurato, densidad 40 kg/m³.
- Chapa: espesor 0.5 mm, revestimiento: Poliéster 25μ, PVDF 35μ, PET 55μ, Plastisol 100μ, Plastisol 200μ

Los paneles frigoríficos ya incorporan la barrera antivapor, con lo que el diseño se limita a proporcionar una estructura sobre la que fijar los paneles.

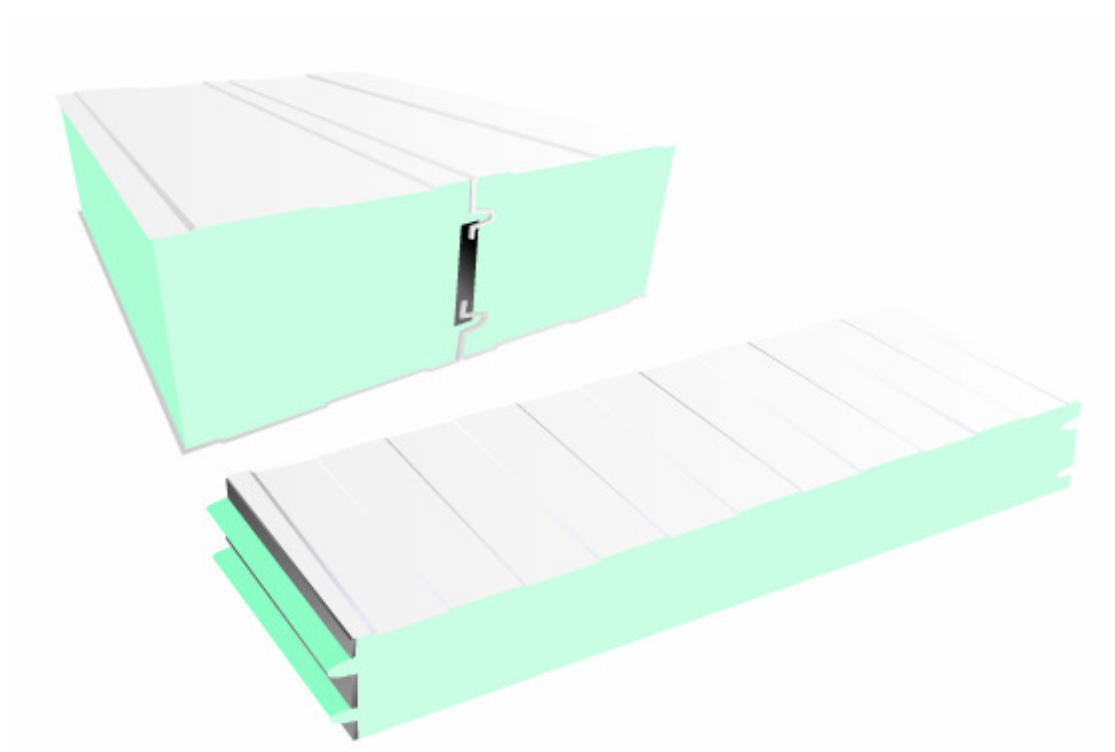


Imagen 2.3: Paneles frigoríficos.

Los paneles frigoríficos disponen de sistemas de unión que garantizan la continuidad del aislante y además facilitan el montaje.

En cuanto a la estructura de la nave, puede ser de dos tipos con respecto a la situación de los elementos aislantes:

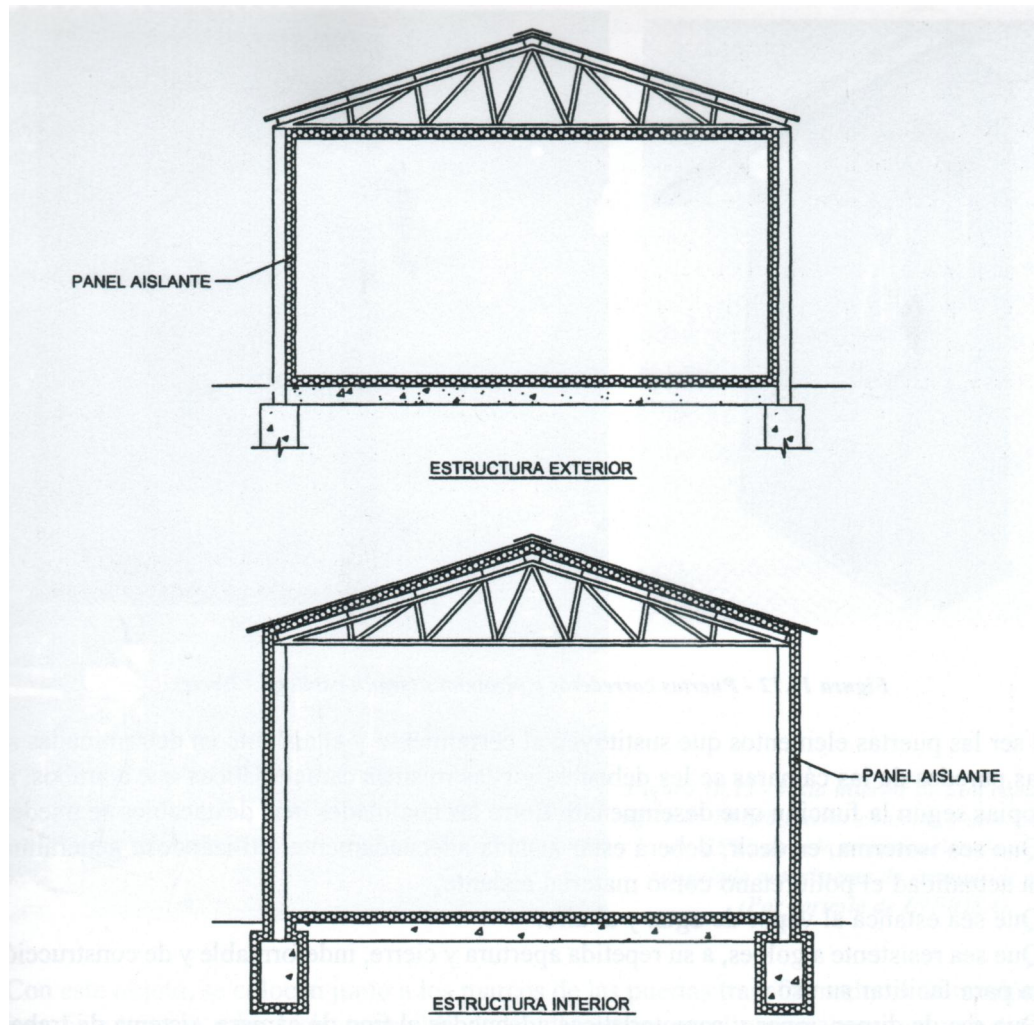


Imagen 2.4: Ejemplos de colocación del aislante respecto a la estructura.

Esta nave seguirá el esquema de estructura exterior. La ventaja de usar este sistema es que se tiene un menos volumen a enfriar y también menos superficie a aislar. El inconveniente de usar esta estructura viene a la hora de colocar los elementos interiores como tuberías o evaporadores, ya que se deberá vigilar que no se crean puentes térmicos, es decir, zonas donde materiales metálicos estén en contacto directo con el exterior y el interior, lo que provocaría la aparición de zonas que favorecen la transferencia de calor al exterior.

En cuanto a la sección transversal típica de la pared, tendrá la siguiente composición (del exterior al interior):

- Revoque de cemento
- Ladrillo de medio pie
- Paneles aislantes

Para proteger los paneles de eventuales golpes al manejar la mercancía se colocará en todo el perímetro, en el suelo, un pequeño murete de hormigón armado de 50 cm de alto. No se tendrá en cuenta en el cálculo de la carga térmica. En las aristas interiores se dispondrán cantos redondeados que

favorecen la higiene evitando la concentración de suciedad que se da en una arista.

Como el espesor de aislante es una incógnita, que dependerá de la temperatura, hay que suponer un valor y a partir de ahí calcular el espesor. Es importante elegir bien esta temperatura para no sobredimensionar la instalación.

Como hipótesis de cálculo, vamos a poner un límite a la energía que atravesará las paredes. Este límite se ha fijado basándose en la bibliografía y tiene un valor de $6,98 \text{ W/m}^2$. Fijados los espesores de todos los materiales, lo que determinará la resistencia térmica del muro será el espesor de aislante. Para elegir la temperatura tenemos que acudir a la base de datos de temperaturas que usaremos para las simulaciones. Para evitar sobredimensionar la instalación seguiremos la recomendación de la bibliografía que propone una temperatura exterior de cálculo. Esta temperatura se calcula a partir de la temperatura media del mes más cálido y la máxima temperatura registrada ese mes:

$$t_{ec} = 0.4 \cdot t_{media} + 0.6 \cdot t_{máxima} \quad [\text{Ec. 2.1}]$$

Más adelante se desarrollará el cálculo de esta temperatura.

Se deberá pintar la superficie exterior de un color que favorezca la reflexión de radiación. (Preferiblemente colores claros)

2.1.2. Suelo:

El suelo se aísla de forma tradicional, es decir, sin usar paneles tipo sándwich. La construcción del suelo se especifica a continuación:

- Sobre el terreno compactado, se coloca una capa de regularización, un hormigón de limpieza, u otro procedimiento similar. Esta capa permite nivelar perfectamente la superficie. Se usará preferiblemente hormigón.
- Si la capa de limpieza no ha sido de hormigón se colocará una capa de hormigón armado de 10 cm de espesor. Embebido en esta capa se dispondrá un sistema de tuberías de PVC por las que se hará circular agua con el objetivo de evitar la congelación del suelo. Esta agua se hará pasar a través de un intercambiador de calor por un ambiente caliente como la sala de máquinas. Se deberá cuidar que el acabado de esta capa sea lo más fino posible ya que sobre esta se deberá colocar la barrera anti-vapor.
- La barrera antivapor consistirá en una lámina de polietileno de 0.10 mm de espesor, que tiene una permeancia al vapor de agua de $0.05 \text{ g/m}^2 \text{ dia mmHg}$. Esta capa se aplicará cuando se haya verificado que el acabado de la superficie sobre la que se va a instalar esté convenientemente acabada.
- Sobre la barrera antivapor se instalará el aislante que consistirá en espuma de polietileno aplicada in-situ. El espesor de esta capa se calculará a partir de la suposición de que la transferencia máxima es de 8 W/m^2 .

- Sobre el aislante se aplicará una nueva barrera antivapor del mismo material. Esta doble barrera evita el paso de humedad al aislante desde el interior de la cámara y desde el suelo.
- Sobre el aislante se coloca una nueva losa de hormigón armado, acabada en su parte superior con partículas de cuarzo. Esta será la losa de rodadura sobre la que circularán los vehículos y las personas.

Como se indicaba anteriormente se construirá un murete de medio metro de altura a lo largo de todo el perímetro para proteger los paneles.

2.1.3. Techo:

La altura de la cámara será de 5 metros, aunque la nave tendrá una altura máxima de 6 metros y un techado a dos aguas. Este techado cumplirá una doble función. La primera evacuar el agua de lluvias y evitar que la carga que el agua o la nieve pueda generar recaiga sobre los paneles. La segunda función será proteger a los paneles de la exposición directa al sol y el aumento de temperatura en la pared que esto conllevaría.

La composición del techo, del interior al exterior es:

- Paneles sandwich
- Cubierta de chapa a dos aguas. (no considerada en el cálculo de la carga térmica, se incluirá el efecto de ésta al reducir la radiación incidente sobre los paneles aislantes)

Antes de pasar al cálculo de la carga térmica, se va a hacer un pequeño inciso para hablar de la temperatura de cálculo. Esta temperatura es recomendada por la bibliografía para no sobredimensionar la instalación. Se usará esta temperatura para el dimensionado de la instalación (aislantes, componentes, etc). En primer lugar se realizará el cálculo con esta temperatura y posteriormente se hará la simulación de un año completo.

A continuación se detallará punto por punto cada sumatorio de la carga térmica, y se desarrollará el ejemplo del cálculo para temperatura fija (igual a la temperatura de cálculo anteriormente comentada) La temperatura exterior de cálculo será:

$$\left. \begin{array}{l} t_{media} = 26.97^{\circ} C \\ t_{maxima} = 43.3^{\circ} C \end{array} \right\} t_{ec} = 0.4 \cdot t_{media} + 0.6 \cdot t_{maxima} = 36.7^{\circ} C \quad [Ec.2.2]$$

Como continuación de este método se definen las temperaturas de cálculo de cada muro:

Norte	2°C (por diseño)
Sur	36.7°C
Este	29,4 °C
Oeste	33,1
Techo	48,8
Suelo	25,9

Tabla 2.3: Temperaturas exteriores de los cerramientos según el método de la temperatura exterior de cálculo

2.2. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA

- CARGAS POR TRANSFERENCIA

- Paredes:

La composición de las paredes será un muro de ladrillo, con revoque de cemento por fuera, en contacto con el exterior, y paneles sándwich por dentro. Se supone una transferencia de calor máxima de 6.98 W/m². Este dato es imprescindible para dimensionar el espesor de aislante.

Los paneles frigoríficos usados serán el modelo HI-PIR-F del fabricante Huurre Ibérica. El aislante que estos paneles usan es la espuma de polisocianurato. Sus características son:

Espesor	60, 80, 100, 125, 175, 200 mm						
Ancho útil	1,150 mm						
Longitud	Según pedido (min. 2 mts / máx. 18 mts)						
Alma del panel	Espuma rígida de polisocianurato (PIR) Densidad nominal 40 Kg / m ³						
Espesor de la chapa	0, 5 mm o superior Revestimiento: Poliéster 25 µ, PVDF 35 µ, PET55 µ, Plastisol 100 µ, Platisol 200 µ.						
Acabado exterior	Estándar y Liso						
Conductividad térmica	0,020 W / m ° C						
	60	80	100	125	150	175	200
K (Kcal / h.m2. ° C)	0,29	0,22	0,19	0,15	0,12	0,10	0,10
K (W / m2. ° C)	0,33	0,25	0,22	0,17	0,14	0,12	0,11
	Peso						
	60	80	100	125	150	175	200
Peso (kg / ml)	12,6	13,7	14,3	15,5	16,7	17,8	19,0
Peso (kg / m2)	11,0	11,7	12,6	13,5	14,5	15,5	16,5

Tabla 2.4: características técnicas de los paneles.

Se da por hecho que los paneles disponen del suficiente aislamiento contra la humedad. El cálculo es aplicación directa de la transferencia de calor a través de superficies planas:

- 1) Se definen las propiedades de los materiales a emplear. Dichas propiedades se extraen de la Norma Básica de la Edificación:

Material	Resistencia térmica (W/m·K)	Espesor (m)
Ladrillo	0,87	0,25
Cemento	0,17	0,03
Panel	0,02	Incógnita

Tabla 2.5: Características de los materiales de los muros

- 2) Se definen las características dimensionales de la cámara:

Elemento o muro	Área
Sur	50
Norte	44
Este	75
Oeste	75
Puerta	6
Suelo y techo	150
Volumen cámara	750m ³

Tabla 2.6: Características dimensionales de los cerramientos

- 3) De la teoría de transferencia de calor tenemos que:

$$q' = U \cdot \Delta T \rightarrow q' = \frac{q}{A} \rightarrow [q'] = \frac{W}{m^2} \quad [\text{Ec. 2.3}]$$

Donde q' es el flujo de calor por unidad de área, que es el dato supuesto de 6,98 W/m². De esta ecuación despejamos U.

Por otra parte, U es la inversa de la resistencia térmica equivalente. En el caso de un muro:

$$U = \frac{1}{R_{\text{ladrillo}} + R_{\text{cemento}} + R_{\text{panel}}} \quad [\text{Ec. 2.4}]$$

La resistencia de un elemento se obtiene como:

$$R = \frac{\text{espesor}}{k} \quad [\text{Ec.2.5}]$$

En la ecuación de U, todo es conocido salvo el espesor de aislante. Por tanto se despeja y se obtiene dicho espesor. En la siguiente tabla se presenta los valores de espesor obtenidos, y el espesor de aislante que se deberá colocar por el catálogo del fabricante:

Muro	Espesor de cálculo	Espesor por catálogo
Norte	0,054	0,06
Sur	0,153	0,175
Este	0,132	0,15
Oeste	0,143	0,15

Tabla 2.7: Espesores de aislante en los cerramientos verticales

Con este dato se calcula el coeficiente de transferencia de calor, U, incluyendo el efecto de la convección exterior e interior. Se han fijado valores para la convección de 10 W/m²K en el interior y 25 W/m²K en el exterior:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_{ext}} + R_{cemento} + R_{ladrillo} + R_{panel} + \frac{1}{h_{int}}} \quad [\text{Ec 2.6}]$$

La carga térmica a través de un muro será el resultado de multiplicar este valor por el área del muro y por la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior.

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T \quad [\text{Ec 2.7}]$$

La siguiente tabla resume los valores obtenidos en función de la orientación:

Muro	Q (W)
Norte	268,603
Sur	303,448
Este	457,325
Oeste	457,325

Tabla 2.8: Resultados de carga térmica para los muros.

- Suelo.

La composición del suelo será la siguiente (del interior al suelo):

1. Pavimento de hormigón armado acondicionado para el paso de vehículos
2. Barrera antivapor
3. Aislante
4. Barrera antivapor
5. Hormigón
6. Sistema de tuberías embebido en la capa de hormigón
7. Hormigón de limpieza.

Sobre el terreno se coloca una capa de hormigón de limpieza, para nivelar el terreno. Esta capa tendrá 10 cm de espesor, y en su cara exterior se cuidará que el acabado sea lo más fino posible para la colocación de la pantalla anti-vapor. Embebido en esta capa se colocará un sistema de tuberías, conectadas a la sala de máquinas con el objetivo de calentar el suelo y evitar la congelación del mismo. Sobre esta capa se situará el aislante, una pantalla antivapor, y la losa de rodadura, que será de hormigón armado y el acabado superior será pulido. A efectos de cálculo se supondrá un flujo de calor a través del suelo de 8 W/m^2 . El proceso de cálculo se detalla a continuación:

- 1) Se definen las características de los materiales a emplear:

Material	Resistencia térmica ($\text{W/m}\cdot\text{K}$)	Espesor (m)
Hormigón armado	1.63	0.1
Aislante (espuma de poliuretano)	0.023	Incógnita
Hormigón en masa	0.73	0.1

Tabla 2.9: Características de los materiales del suelo

- 2) El procedimiento a seguir es idéntico, con la salvedad de que se supondrá un coeficiente de convección para el suelo de $(1/0.09) \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (NBE-CT, Anexo 2, tabla 2.1). El valor obtenido para el suelo es:

Muro	Q (W)
Suelo	1181

Tabla 2.10: Resultado de carga térmica para el suelo

- Techo.

El techo estará provisto exteriormente de un techado. En la parte interior se colocarán los paneles iguales que en las paredes. El techado no será tomado en cuenta para el cálculo de la carga térmica. El resultado es:

Muro	Q (W)
Techo	1321

Tabla 2.11: Resultado de carga térmica para el techo

- Puerta:

El cálculo del calor que se transfiere a través de la puerta es análogo al resto. Su valor es:

Muro	Q (W)
Puerta	18.601

Tabla 2.12: Resultado de carga térmica para la puerta.

A continuación se desarrollará el cálculo de las cargas térmicas debida a factores varios:

- RENOVACIÓN DE AIRE

Es la carga térmica debida a la infiltración, voluntaria o no de aire exterior. Los valores de n y d son valores arbitrarios elegidos en función de la experiencia. Para d , la bibliografía¹ facilita una tabla en función del volumen de la cámara y la temperatura interior (positiva o negativa). Se ha elegido un valor $d=2.1$

$$Q_2 = Q_{2,1} + Q_{2,2}$$

$$Q_{21} = \text{renov}_{\text{voluntaria}} = (V \cdot \rho \cdot n) c_{p,\text{aire}} \Delta T \rightarrow n = 1 - 5$$

$$Q_{22} = V \cdot \rho \cdot d \cdot c_p \cdot AT \rightarrow d = 2.1$$

[Ecs. 2.8, 2.9, 2.11]

$$Q_{21} = 640.6W$$

$$Q_{22} = 2825$$

- PÉRDIDAS POR REFRIGERACIÓN O CONGELACIÓN

Se impondrá como condición la entrada del producto a la misma temperatura que el interior (-20°C). No obstante, para contemplar posibles pérdidas de temperatura en la entrada a la cámara de productos, o incluso el caso en el que estos lleguen a una temperatura superior, se supondrá que el producto entra a -15°C.

Según la bibliografía¹, el pescado congelado tiene un volumen de almacenamiento de 8.1 m³/Tn. Por lo tanto la cámara frigorífica tendrá:

$$M_{\text{pescado}} = \frac{750m^3}{8.1m^3 / Tn} = 92.6Tn = 92600kg \quad [\text{Ec. 2.12}]$$

El pescado tiene un tiempo aproximado de almacenamiento de 8 meses. Como variable de diseño se impone que el tiempo de almacenamiento no exceda los 2 meses (60 días). Según esto, cada día entrará la siguiente cantidad de pescado:

$$M_{\text{diaria}} = \frac{92600kg}{60\text{días}} = 1543.3kg / \text{día}. \quad [\text{Ec. 2.13}]$$

Esta será la masa de pescado que diariamente habrá que refrigerar. El C_p del pescado bajo punto de congelación es 0.34 Kcal/kg°C (el valor se da en estas unidades, pero el resultado será dado en unidades habituales):

$$Q_3 = 1543.3 \frac{kg}{día} \cdot 0.34 \frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \cdot (-15^\circ C - (-20^\circ C)) = 2623.6kcal / día = 109.32kcal / h = 0.13kW$$

[Ec. 2.14]

¹ Ingeniería del Frío, teoría y práctica.

Debido a que el producto entra ya congelado no se considerarán cargas térmicas asociadas al cambio de estado, o a la respiración del producto.

- CARGA TÉRMICA DEBIDA AL CALOR DESPRENDIDO POR VENTILADORES.

Esta componente de la carga térmica estará provocada por el calor desprendido de los ventiladores del evaporador, que estarán dentro de la cámara. Como este dato no se conoce a priori, optamos por evaluar la estimación recomendada en la bibliografía¹:

$$Q_4 = V \cdot C = 750m^3 \cdot 0.145 \frac{W}{m^3} = 108W = 0.108kW \quad [Ec. 2.15]$$

- CARGA TÉRMICA DEBIDA AL TRÁNSITO DE OPERARIOS:

Debido a las reducidas dimensiones de la cámara, suponemos que sólo un operario puede estar dentro de ella.

$$Q_5 = n \cdot C \cdot N = 1.325Kcal / h \cdot 2h / dia = 650Kcal / dia = 0.03kW \quad [Ec. 2.16]$$

- CARGA TÉRMICA POR ILUMINACIÓN:

Se supondrá una iluminación de 10W/m², funcionando 2 horas al día, al igual que la estancia de los operarios en el interior:

$$Q_6 = 10 \frac{W}{m^2} \cdot 150m^2 \cdot \frac{2}{24} = 0.125kW \quad [Ec 2.17]$$

El total se obtiene directamente sumando todos estos valores:

$$\boxed{Q_T = 7866W}$$

CAPÍTULO 3. CICLO FRIGORÍFICO. NUEVOS REFRIGERANTES.

3.1. CICLO FRIGORÍFICO

Es objeto de esta sección desarrollar el cálculo del ciclo frigorífico usando como temperatura exterior la temperatura de cálculo expuesta en el anexo 3. Para desarrollar el cálculo, se seguirá un ejemplo usando R22. El cálculo incluirá la obtención de consumos eléctricos y coeficientes de eficiencia energética.

En un ciclo de producción de frío, una sustancia llamada refrigerante intercambia calor con el entorno. Se aprovechan los procesos de cambio de estado a diferentes presiones (y por tanto a diferentes temperaturas) para realizar la transferencia de calor.

El refrigerante, en estado gaseoso y a baja temperatura es comprimido en el compresor. De esta forma se obtiene gas a alta presión y alta temperatura. Este gas es pasado por un condensador, en el que sufre una disminución de temperatura a presión constante, y un cambio de estado de gas a líquido. Así se tiene líquido a alta presión. El líquido es forzado a pasar por una válvula de expansión donde su presión se ve reducida. Entonces se tiene el refrigerante en cambio de fase. La temperatura de este punto será determinante, porque a continuación pasa por el evaporador, en contacto con el recinto a climatizar/refrigerar. El refrigerante absorbe calor del recinto y aumenta su fracción de gas (pero no su temperatura por estar en cambio de fase) hasta que alcanza de nuevo su estado gaseoso. Entonces el refrigerante abandona el recinto y es conducido de nuevo al compresor.

Un parámetro importante es la entalpía de cambio de fase a la temperatura de evaporación, ya que determinará la cantidad de refrigerante que debe circular por el evaporador para evacuar el calor requerido.

Antes de todo, es necesario recordar la nomenclatura (que no obstante se resume en los anexos). Para ello se muestra la siguiente imagen:

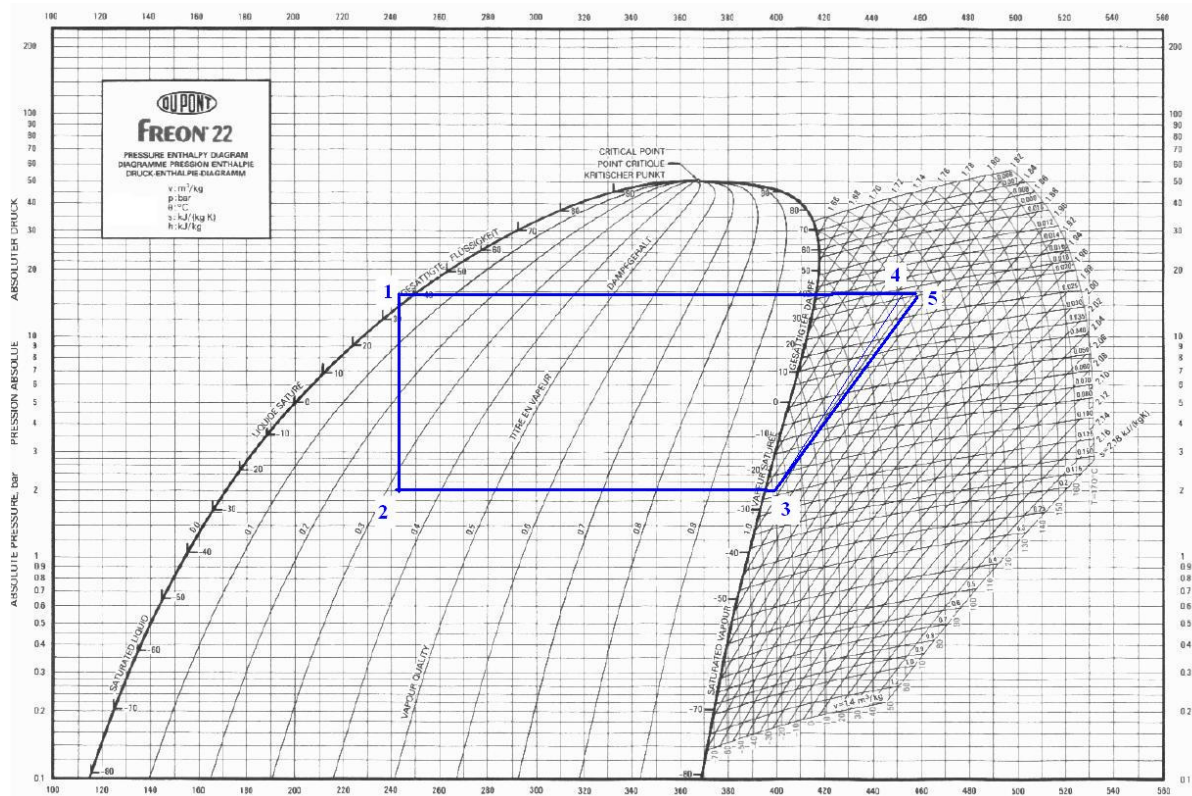


Imagen 3.1: Nomenclatura del ciclo.

Siendo:

1. Salida del condensador, y subenfriamiento de 5°C
2. Salida de la válvula de expansión, entrada al evaporador
3. Salida del evaporador, incluyendo un sobrecalentamiento de 5°C
4. Salida del compresor si éste fuese ideal (compresión isoentrópica)
5. Salida del compresor teniendo en cuenta el rendimiento isoentrópico del compresor

3.2. NUEVOS REFRIGERANTES

Antes de pasar al cálculo del ciclo se va a hacer un estudio detallado de los nuevos refrigerantes a emplear. En todo momento se seguirán los datos e indicaciones del fabricante DuPont. Los nuevos compuestos son los siguientes:

1. R-422a (MO79 en denominación comercial): Se presenta como un sustituto del R22 para media y baja temperatura en aplicaciones industriales y comerciales, en sistemas de expansión directa.
2. R-422d (MO29 denominación comercial): Se indica para las mismas aplicaciones que el R-422A.

Nota: Estos refrigerantes se nombrarán por su denominación comercial, para facilitar la diferenciación con los refrigerantes anteriores.

R 422A

Se presenta como un sustituto del R-22 especialmente indicado para aplicaciones de refrigeración de media y baja temperatura. Du Pont comercializa este refrigerante bajo la denominación Isceón MO79. Su composición es:

Componente	Porcentaje
1,1,1,2-Tetrafluoretano (HFC-134a)	11,5
Pentafluoretano (HFC-125)	85,1
Isobutano	3,4

Tabla 3.1: Composición del R422A

El fabricante resalta que este refrigerante tiene una mejor capacidad frigorífica que el R-22 y también una mayor eficiencia energética en aplicaciones de baja temperatura. Se indica que se obtienen capacidades frigoríficas y eficiencias comparables al R-404A. También menciona que las temperaturas de descarga son menores comparadas con el R-22. A continuación se adjuntan y se comentan las tablas comparativas proporcionadas por el fabricante:

Table 4
Performance – ISCEON® MO79

	HCFC-22	CFC-502	ISCEON® MO79
Compressor Discharge Temperature, °C (°F)	96 (204)	76 (169)	69 (156)
Compressor Discharge Pressure, kPa abs (psia)	1770 (257)	1930 (280)	2120 (308)
Temperature Glide, °C (°F)	0 (0)	0 (0)	3 (5)

Test Conditions:

43°C (110°F) Condenser

4°C (40°F) Evaporator

Tabla 3.2: Resultados de ensayos del fabricante.

En esta tabla se comparan las temperaturas y presiones de descarga para una posible aplicación de climatización (temperatura de evaporación de 4°C, temperatura de impulsión de aire de aproximadamente 15 °C). Se obtiene una temperatura de descarga 27°C menor usando el nuevo refrigerante respecto al R-22 aunque la presión de descarga es significativamente mayor (3,5 bar mayor usando el R-422a).

Table 5
Performance – ISCEON® MO79

	HCFC-22	CFC-502	ISCEON® MO79
Compressor Discharge Temperature, °C (°F)	*135 (275)	132 (270)	114 (238)
Compressor Discharge Pressure, kPa abs (psia)	1770 (257)	1930 (280)	2120 (308)
Temperature Glide, °C (°F)	0 (0)	0 (0)	1 (2)

* Assumes auxiliary cooling to limit compressor discharge temperature.

Test Conditions:

43°C (110°F) Condenser

–29°C (–20°F) Evaporator

Tabla 3.3: Resultados de ensayos del fabricante

Esta tabla representa una aplicación de refrigeración de baja temperatura. La diferencia de temperatura de descarga es esta vez de 21°C y sigue siendo menor.

Table 6
Cooling Capacity vs. HCFC-22

	At 40°F (4°C) Evaporator Temp.	At 0°F (–18°C) Evaporator Temp.	At –20°F (–29°C) Evaporator Temp.
CFC-502	0–5% lower	5–10% higher	10–15% higher
ISCEON® MO79	0–5% lower	5–10% higher	10–15% higher

Tabla 3.4: Resultados de ensayos del fabricante

Esta tabla compara la capacidad refrigerante respecto al R-22. Se puede observar como la ventaja es mayor cuanto menor sea la temperatura de evaporación. Por tanto, y atendiendo a los datos del fabricante, se puede prever que los resultados que obtendremos al usar el R-422a serán mejores que con el R-22.

Al igual que el resto de refrigerantes, es una sustancia nociva llegando a ser mortal si se inhalan altas concentraciones. Los síntomas de intoxicación son similares a otros refrigerantes. Es más denso que el aire, con lo que puede desplazarle en zonas bajas con el consiguiente riesgo de asfixia. También es irritante. No contiene sustancias cancerígenas.

R 422D

Comercializado bajo la denominación MO29, es otra opción para la sustitución del R-22. Tiene un campo de aplicación muy similar al MO79.

Tiene los mismos componentes que el R-422A pero en distinta proporción:

Componente	Porcentaje
1,1,1,2-Tetrafluoretano (HFC-134a)	31,5
Pentafluoretano (HFC-125)	65,1
Isobutano	3,4

Tabla 3.5: Composición del R422D

En los anexos se adjunta información adicional del fabricante, de donde se han extraído estos datos.

3.3. CÁLCULO DEL CICLO

A continuación se desarrolla el cálculo. Todos los valores se obtendrán directamente de las gráficas para cada refrigerante.

- 1) Definición de temperaturas de operación: Este apartado es importante, ya que en un ciclo frigorífico real, las temperaturas en los intercambiadores de calor tienen que ser ligeramente diferentes a la exterior o interior. Estas diferencias se eligen en función de varios parámetros. El primero es el tipo de aparato que se va a emplear. En el caso del condensador, la diferencia de temperatura no será la misma si se emplea condensadores de flujo forzado de aire o torres de refrigeración. En el caso del evaporador, lo que definirá la diferencia de temperaturas será la humedad interior deseada de la cámara. A mayor diferencia de temperaturas, mayor velocidad interior del aire y por tanto mayor desecación del producto. Otro valor importante es si tenemos sistema indirecto o si es el propio refrigerante quien se pone en contacto con el medio a enfriar. En nuestro caso tendremos sistemas de expansión directa, es decir, sin un fluido intermedio y el condensador será de flujo forzado de aire.

Por tanto, las temperaturas de evaporación y condensación serán:

T_{evap}	T_{cond}
$T_{\text{int}} - 5^{\circ}\text{C} = -25^{\circ}\text{C}$ (Constante)	$T_{\text{ext}} + 12 = 48.7^{\circ}\text{C}$

Tabla 3.6: Temperaturas de evaporación y condensación

Estos incrementos de temperatura han sido elegidos arbitrariamente, pero dentro de las recomendaciones para temperaturas bajo cero para el evaporador ($T_{\text{evap}} = T_{\text{int}} - \{5^{\circ}\text{C}, 8^{\circ}\text{C}\}$) y el salto de temperatura para un condensador directo (sin torre de refrigeración) ($T_{\text{cond}} = T_{\text{ext}} + 12^{\circ}\text{C}$). Así mismo, para la elección de la diferencia de temperaturas en el evaporador se ha querido tener en cuenta el efecto sobre la humedad interior:

Humedad relativa (%)	Diferencia de temperaturas (°C)
75	10 a 13
80	8 a 10
85	6 a 8
90	4 a 6

Tabla 3.7: Humedad relativa interior en función de la diferencia de temperatura en el evaporador.

Recordar que el pescado congelado requiere para su conservación una humedad relativa del 90-95%.

- 2) Una vez definidas las temperaturas de evaporación y condensación se definen las temperaturas de sobrecalentamiento y subenfriamiento. El sobrecalentamiento consiste en elevar la temperatura a la salida del evaporador, de tal forma que en la aspiración del compresor haya vapor sobrecalentado y no vapor saturado, en el que podrían aparecer pequeñas gotas de líquido que dañarían el compresor. El subenfriamiento consiste en bajar la temperatura a la salida del condensador. Esto se hace para aumentar ligeramente la eficiencia del evaporador, evaporando desde un porcentaje de vapor más bajo. Estos valores se eligen arbitrariamente dentro de unas cotas fijadas empíricamente. Se han elegido valores de 5°C para el recalentamiento y 5°C para el subenfriamiento.
- 3) Usando las gráficas, el siguiente paso es representar las isóbaras de evaporación y condensación, y sobre ellas representar los puntos 1 y 3:

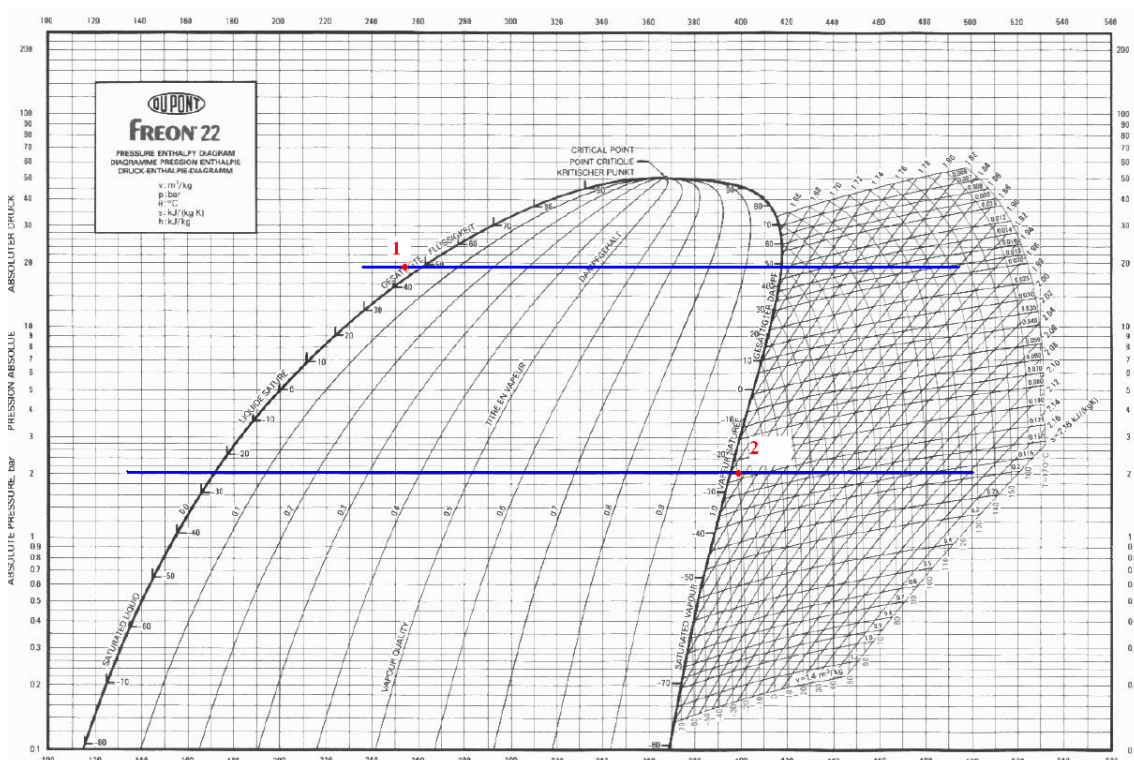


Imagen 3.2: Isóbaras de evaporación y condensación.

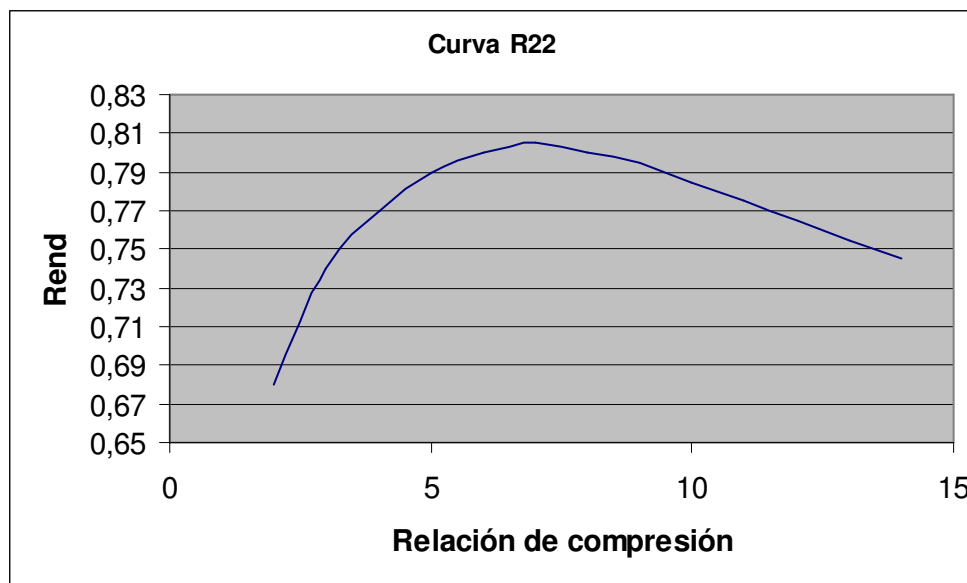
De este paso es necesario obtener las presiones de operación del condensador y el evaporador, así como la relación de compresión. En este momento es necesario mencionar que como es lógico, en los intercambiadores de calor

debe haber una pérdida de carga. Esta pérdida, a efectos de este proyecto, será un valor fijo sacado de la bibliografía, obtenido empíricamente. La presión de aspiración será 0,9 veces la de evaporación y la presión de descarga, 1,05 veces la de condensación. De esta gráfica se extraen los siguientes datos:

	Presión (bar)	
Evaporación	19	
Condensación	2	
Aspiración	17,1	Relación de compresión 8,14285714
Descarga	2,1	

Tabla 3.8: Presiones de aspiración y descarga, relación de compresión.

- 4) A continuación se pasa a estudiar la compresión. En un caso teórico, la compresión discurriría directamente por una de las líneas isoentrópicas de la gráfica (líneas inclinadas 45° aprox, en la parte derecha de la gráfica), pero en la realidad una compresión no es isoentrópica. Es necesario aplicar un rendimiento isoentrópico a la compresión. Este rendimiento se obtiene de gráficas empíricas. Para el R22, se ha reproducido la siguiente gráfica:



Gráfica 3.1: Rendimiento isoentrópico.

De esta gráfica se puede deducir que el rendimiento isoentrópico para este caso es aproximadamente 0,8. Del diagrama del refrigerante se extrae el punto correspondiente a compresión isoentrópica (punto 4):

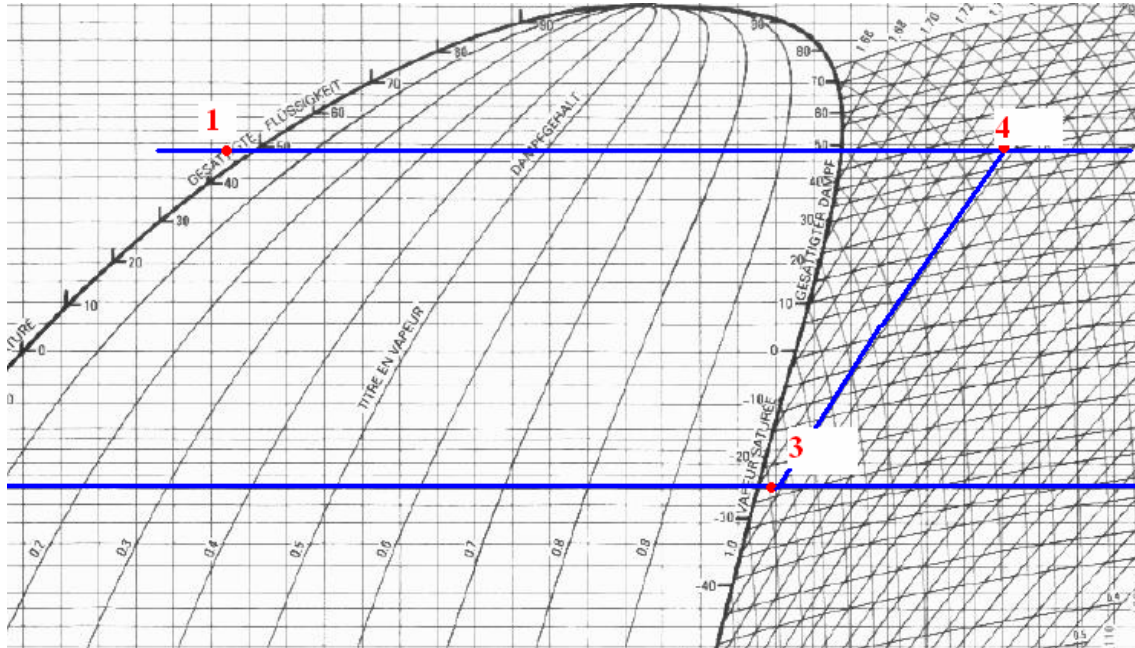


Imagen 3.3: Compresión isoentrópica.

La siguiente expresión da el valor de la entalpía que se obtendrá en una compresión real:

$$h_5 = \frac{h_4 - h_3}{\eta} + h_3 \quad [\text{Ec. 3.1}]$$

La siguiente tabla resume las entalpías que aparecen en esta expresión:

Punto	h (kJ/kg)
3	399
4	460
5	475,25

Tabla 3.9: Entalpías

La temperatura a la salida del compresor o temperatura de descarga es aproximadamente 112°C

El trabajo específico de compresión será:

$$w_b = h_5 - h_3 = 76,25 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad [\text{Ec. 3.2}]$$

- 5) De la expansión a presión constante, hasta el punto 2, encontramos la diferencia de entalpías, que será el calor por kg de refrigerante que habrá que evacuar en el condensador:

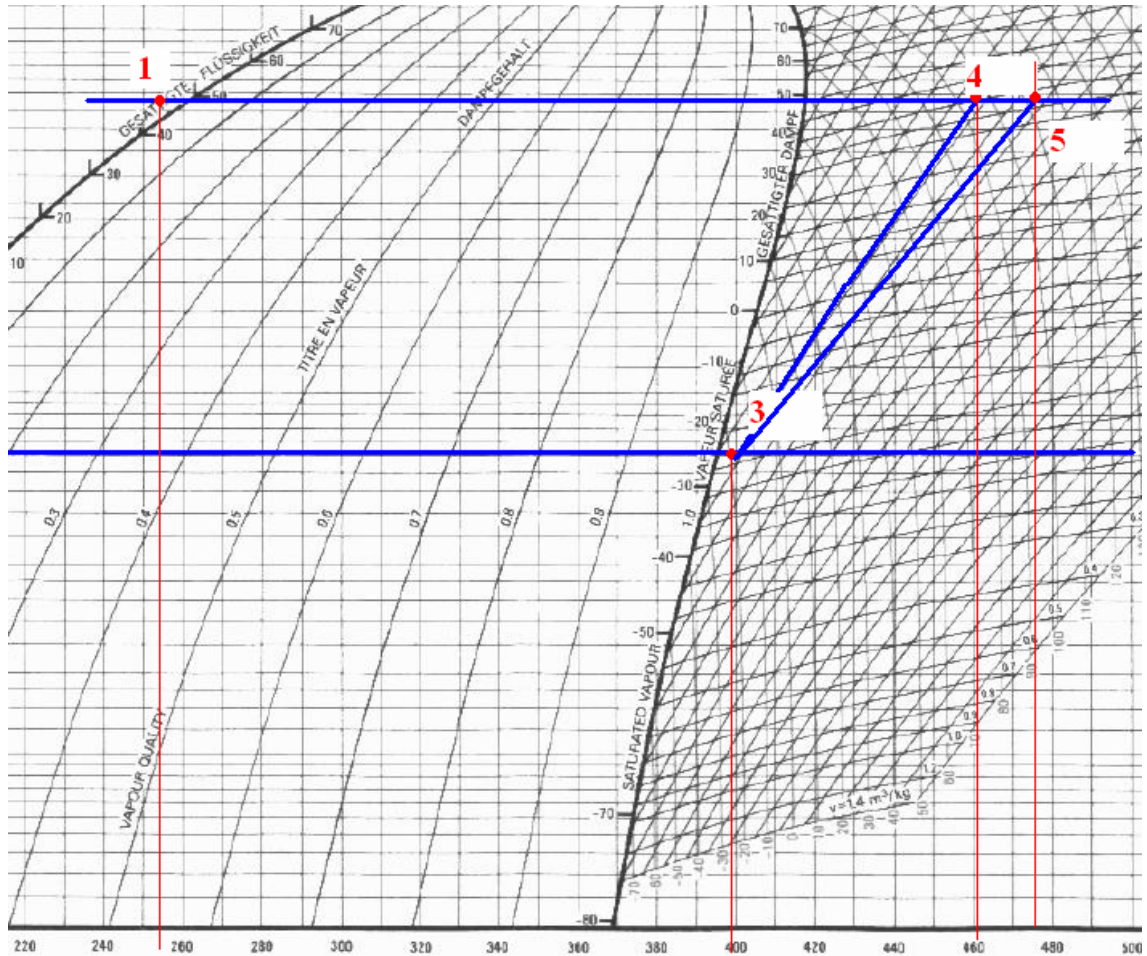


Imagen 3.4: Compresión real y expansión isoentálpica

Punto	h (kJ/kg)
5	475,25
1	254
Dif	221,25

Tabla 3.10: entalpía de condensación

- 6) Del punto 1 al 2 se produce una expansión isoentálpica, con lo que $h_1=h_2$. De este punto, y por último, obtenemos la diferencia de entalpías en el evaporador.

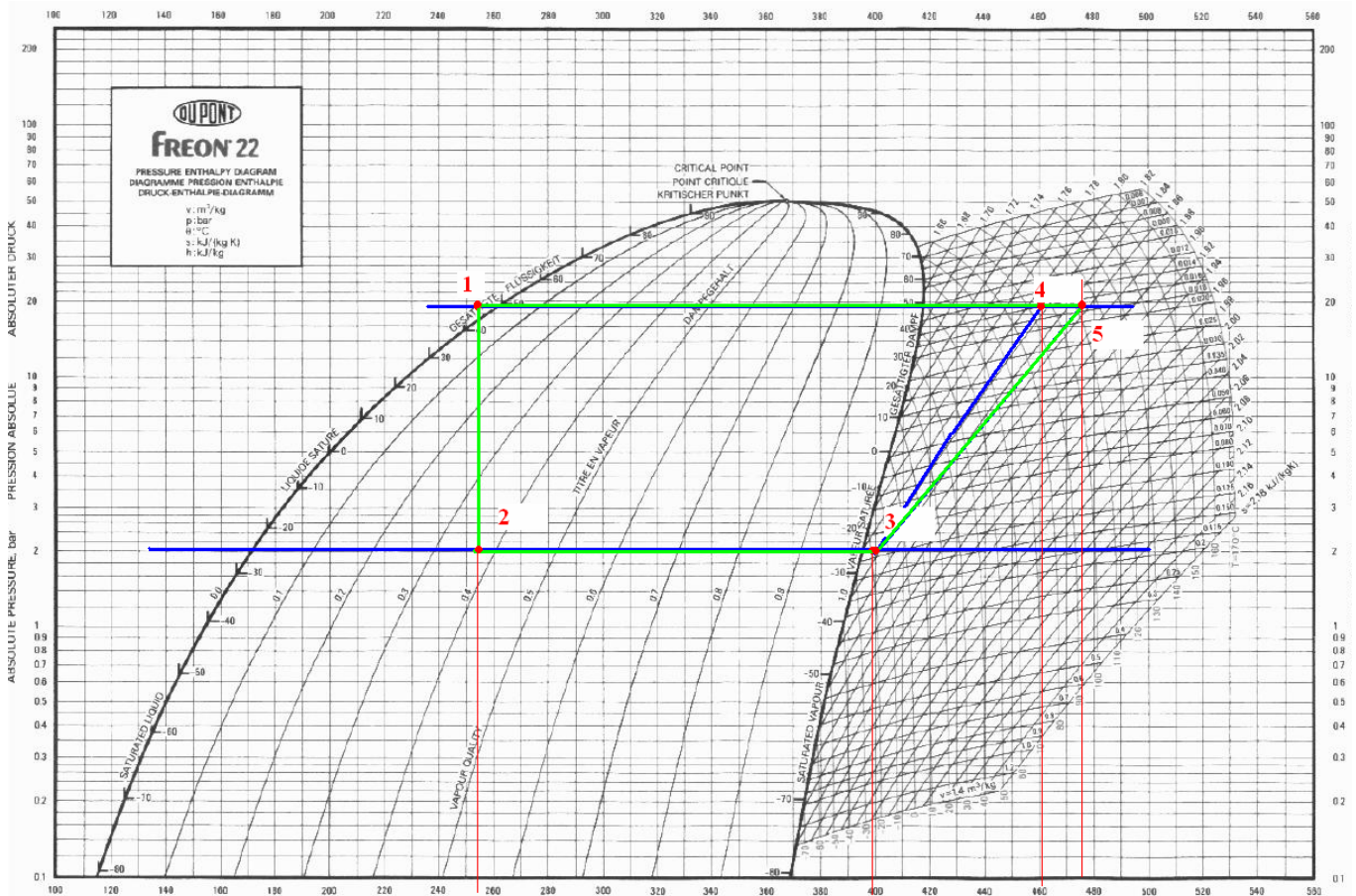


Imagen 3.5: Ciclo completo

Punto	h (kJ/kg)
2	254
3	399
Q _{e vap}	145

Tabla 3.11: Entalpía de evaporación

Queda así definido el ciclo termodinámico, en términos de temperaturas, presiones y entalpías. El siguiente paso es pasar estas magnitudes de calor específico a potencia. Para ello se usará la carga térmica calculada. La potencia a extraer en el evaporador debe ser igual a la carga térmica:

$$M_{ref} = \frac{Q_T}{h_e} = 0.054 \frac{kg}{s} \quad [\text{Ec. 3.3}]$$

Con este valor convertimos el resto de parámetros a potencia:

$$W_b = w_b \cdot M_r = 4.13 kW$$

$$Q_e = 7.9 kW$$

$$Q_c = 12 kW$$

[Ec 3.4, 3.5, 3.6]

Llegados a este punto se debería hacer la selección de componentes de la instalación. De hacer la selección en este instante, elegiríamos componentes que no cumplirían su función con temperaturas superiores a la de cálculo. Aunque los periodos en los que se diese esa temperatura fuesen pequeños (36,7 °C es ya una temperatura alta) se correría el riesgo de que la temperatura interior de la cámara descendiera, rompiéndose así la cadena de frío y estropeando el material almacenado.

Los componentes se seleccionarán en función de los máximos valores obtenidos en las simulaciones. Para paliar el hecho de que por este método se obtiene una instalación sobredimensionada, se hace a continuación un pequeño estudio componente a componente para buscar soluciones:

- Evaporador: Estos dispositivos poseen sistemas que regulan la superficie efectiva dependiendo de la demanda energética. Estos sistemas consisten en circuitos independientes que se abren o cierran en función de las necesidades. Por ello, se seleccionará el modelo de acuerdo a las máximas exigencias de la simulación.
- Condensador: Estos dispositivos basan su potencia en el funcionamiento de los ventiladores. A mayor carga térmica a evacuar, mayor trabajo en los ventiladores. Será elegido el condensador que satisfaga los requisitos máximos de la simulación.
- Compresor: Este es el elemento más crítico. Seleccionar el compresor que satisfaga la máxima demanda de potencia del año provocará por una parte que se tenga que elegir un componente caro, y por otra, que éste este funcionando la mayoría del tiempo a baja carga, donde los compresores son menos eficientes. Por ello se elegirá una batería de 3 compresores en paralelo. La siguiente figura ejemplifica esta configuración:

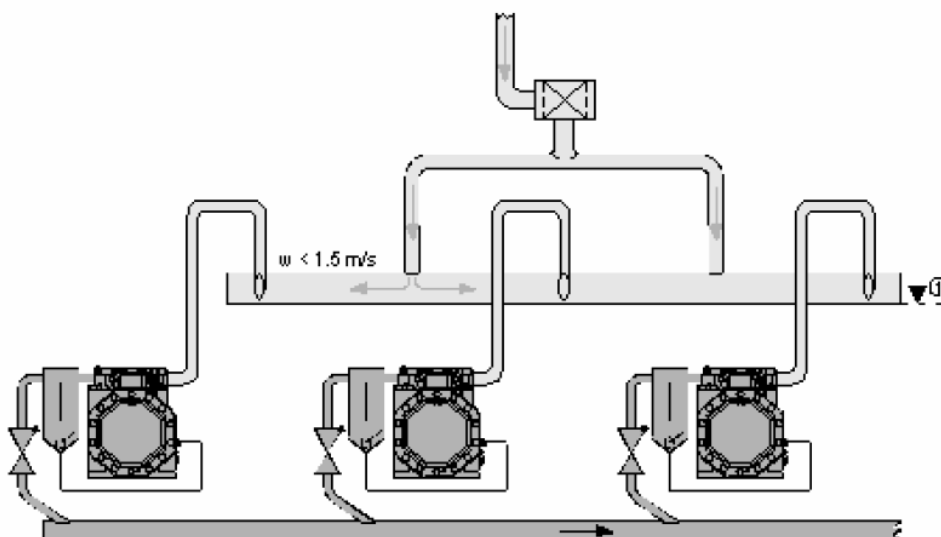


Imagen 3.6: Compresores en paralelo.

De este modo, sólo trabajarán los tres compresores los escasos momentos en que la carga sea máxima. El resto del tiempo, sólo funcionará uno o dos, y de este modo se facilitará el mantenimiento y se mejorará la eficiencia del sistema,

además de poder evitar una parada de la instalación en el caso hipotético de fallo del único compresor. Este sistema se desarrollará en el capítulo de la simulación, aunque a grandes rasgos, los escalones de funcionamiento dependerán de la potencia escogida en el catálogo.

- Válvula de expansión y otros elementos: Al igual que el resto, es necesario seleccionar componentes que se adapten a todo el rango de funcionamiento.

Queda por tanto pospuesta la selección de componentes al capítulo de las simulaciones. Finalizada la explicación del ciclo, para el resto de refrigerantes se presentará directamente el diagrama de su ciclo, y una tabla-resumen de los valores obtenidos:

Nota: Para hallar el rendimiento isoentrópico se usará la gráfica anterior, y se dará por buena para todos los refrigerantes. Se asume esta simplificación porque no se ha podido obtener datos de rendimiento isoentrópico para el resto de refrigerantes.

- R404A:

Gráfica y datos extraídos:

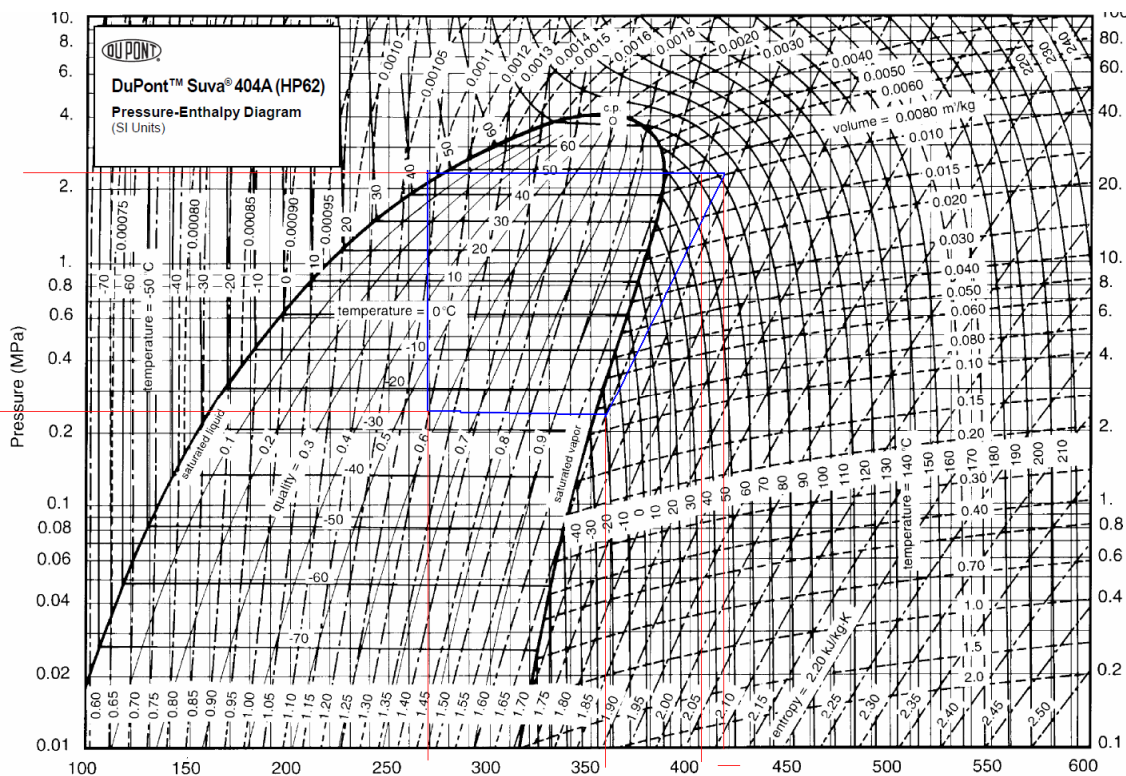


Imagen 3.7: Ciclo con R404A

	p_{evap} (Mpa)	p_{cond} (MPa)	π	$h_1=h_2$ (kJ/kg)	h_3 (kJ/kg)	h_4 (kJ/kg)	h_5 (kJ/kg)
R404A	0,25	2,4	11,2	270	356	405	419,63

Tabla 3.12: Valores extraídos de la gráfica de R404A

Cálculos:

	q_{evap} (kJ/kg)	q_{cond} (kJ/kg)	w_b (kJ/kg)	Mr (kg/s)	Q_{evap} (W)	Q_{cond} (W)	W_b (W)
R404A	86	149,6	63,6	0,091	7,9	14	5,8199

Tabla 3.13: Cálculos

- MO29

Gráfica y datos extraídos:

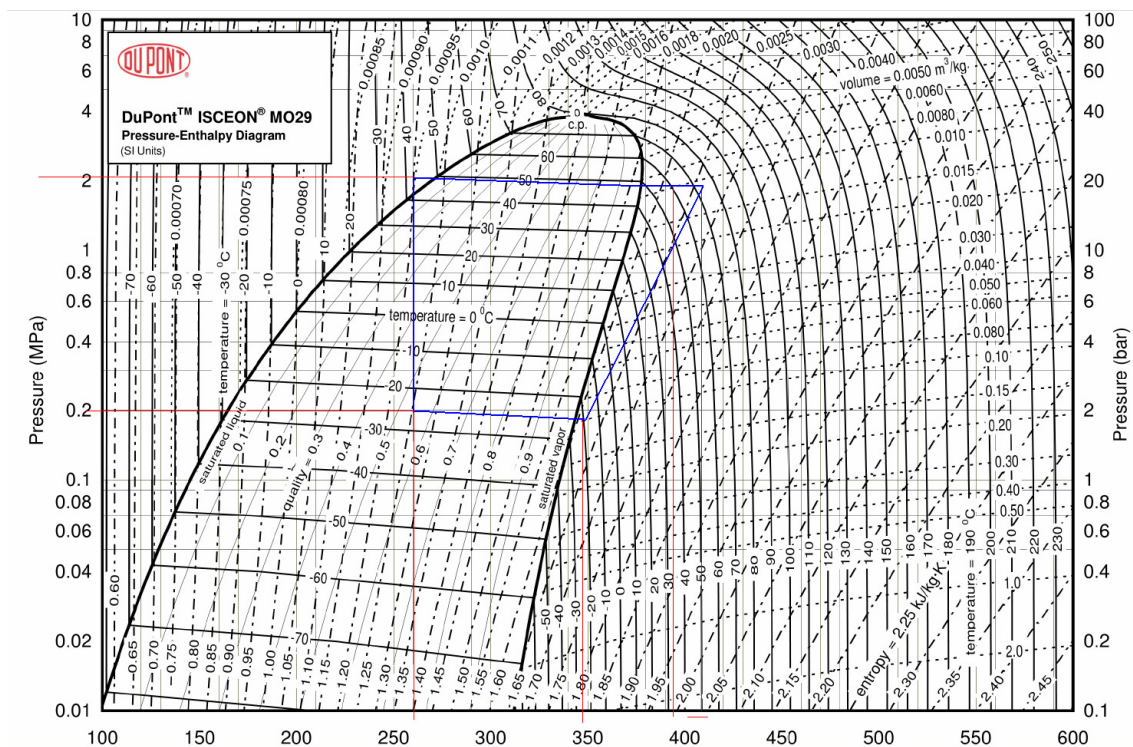


Imagen 3.8: Ciclo con MO29

	p_{evap} (MPa)	p_{cond} (MPa)	π	$h_1=h_2$ (kJ/kg)	h_3 (kJ/kg)	h_4 (kJ/kg)	h_5 (kJ/kg)
MO29	0,2	2	11,6666667	260	346	393	407,04

Tabla 3.14: Valores extraídos de la gráfica de MO29

Cálculos:

	q_e (kJ/kg)	q_c (kJ/kg)	w_b (kJ/kg)	Mr (kg/s)	Q_e (kW)	Q_c (kW)	W_b (kW)
MO29	86	147,04	61,04	0,09146512	7,866	13,4490307	5,5830307

Tabla 3.15: Cálculos

- MO79

	$p_{\text{evap}}(\text{MPa})$	$p_{\text{cond}}(\text{MPa})$	π	$h_1=h_2$ (kJ/kg)	h_3 (kJ/kg)	h_4 (kJ/kg)	h_5 (kJ/kg)
MO79	0,25	2,4	11,2	262	333	371	382,35

Tabla 3.16: Valores extraídos de la gráfica de MO79

Cálculos:

	q_e (kJ/kg)	q_c (kJ/kg)	w_b (kJ/kg)	M_r (kg/s)	Q_e (kW)	Q_c (kW)	W_b (kW)
MO79	71	120,35	49,35	0,11078873	7,866	13,3334239	5,46742394

Tabla 3.17: Cálculos

A continuación se presenta una tabla a modo de resumen de los resultados obtenidos:

	p_{evap} (Bar)	p_{cond} (Bar)	π	Q_{evap} (kW)	Q_{cond} (kW)	W_b (kW)	CEE ciclo
R22	2	19	8,14	7,866	12,002	4,13	1,37131235
R 404A	2,5	24	11,2	7,866	14	5,82	0,9731134
MO29	2	20	11,7	7,866	13,449	5,58	1,01496774
MO79	2,5	24	11,2	7,866	13,33	5,46	1,03727473

Tabla 3.18: Resumen de valores obtenidos

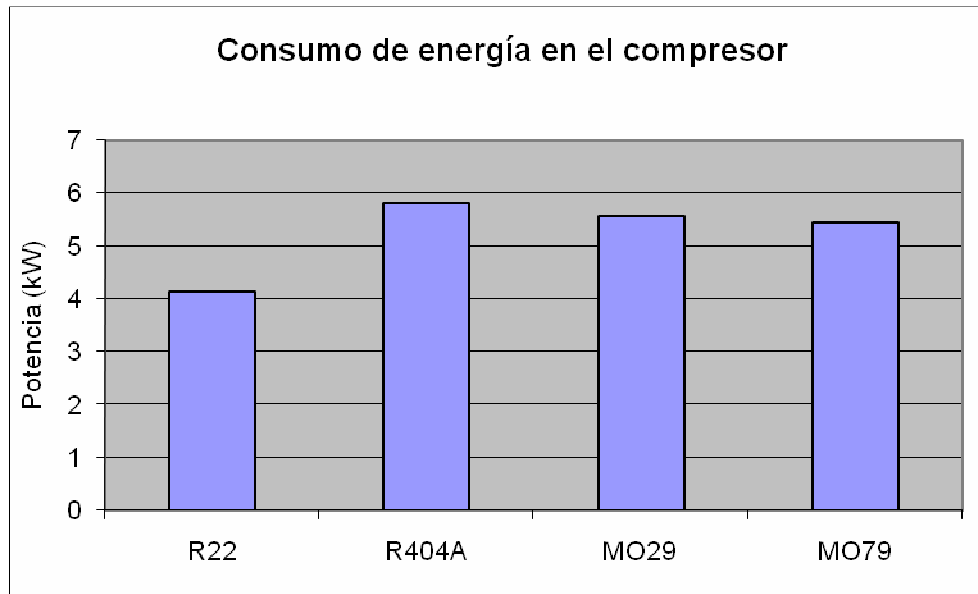
El Coeficiente de Eficiencia Energética (CEE) se ha calculado de la siguiente manera:

$$CEE = \frac{Q_e}{W_b} \quad [\text{Ec. 3.7}]$$

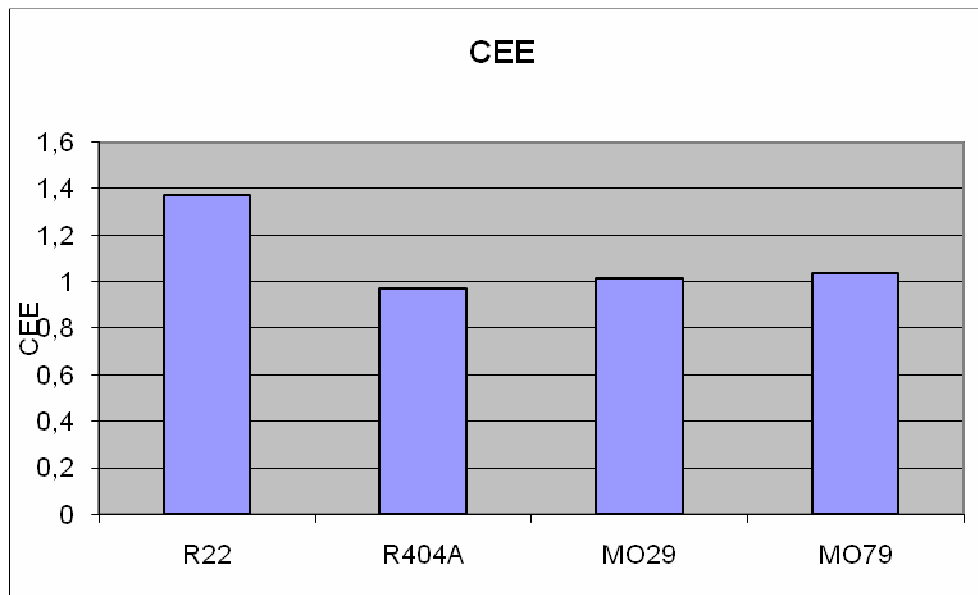
Este valor da la eficiencia del ciclo, es decir, cuántos frío producimos con una unidad de potencia. Este valor debería complementarse añadiendo los rendimientos del compresor. Recuérdese que sólo se ha tenido en cuenta el rendimiento isoentrópico, que es el aumento de entropía respecto a una compresión ideal, pero en un compresor intervienen otros dos rendimientos (al menos). Por ser una compresión mecánica, habrá un rendimiento asociado a las pérdidas por fricción de los elementos mecánicos o a otros factores puramente operacionales como los retrasos en la apertura de válvulas por ejemplo. En el caso de este proyecto se tendrán compresores accionados por motores eléctricos, los que a su vez llevan asociado otro rendimiento en la conversión de energía eléctrica en energía mecánica. De este modo el CEE queda como sigue:

$$\left. \begin{array}{l} \eta_{\text{mec}} = 0.8 \\ \eta_{\text{elec}} = 0.9 \end{array} \right\} CEE = \frac{Q_e}{W_b} \cdot \eta_{\text{mec}} \cdot \eta_{\text{elec}} \quad [\text{Ec. 3.8}]$$

Para ilustrar mejor estos comportamientos se presentan las gráficas de consumo de potencia (indicada, es decir sin incluir rendimientos mecánico y eléctrico) y de CEE:



Gráfica 3.2: Consumo de energía en el compresor



Gráfica 3.3: CEE

Podemos observar cómo el refrigerante con el que se obtiene un menor consumo y un mayor CEE es el R-22 y todos sus sustitutos no logran consumos menores ni eficiencias mayores. El peor de los refrigerantes, atendiendo a esta comparativa, es el R404A, que como adelanta el fabricante, incrementa el consumo energético respecto al R22.

Atendiendo a las dos gráficas mostradas, el mejor sustituto del R-22 y el R404A, entre los nuevos refrigerantes, es el MO79. Proporciona un consumo ligeramente menor y en consecuencia una eficiencia algo mayor que el MO29.

Concluye así este capítulo, en el que se ha explicado el funcionamiento del ciclo y el método de cálculo con temperaturas simples.

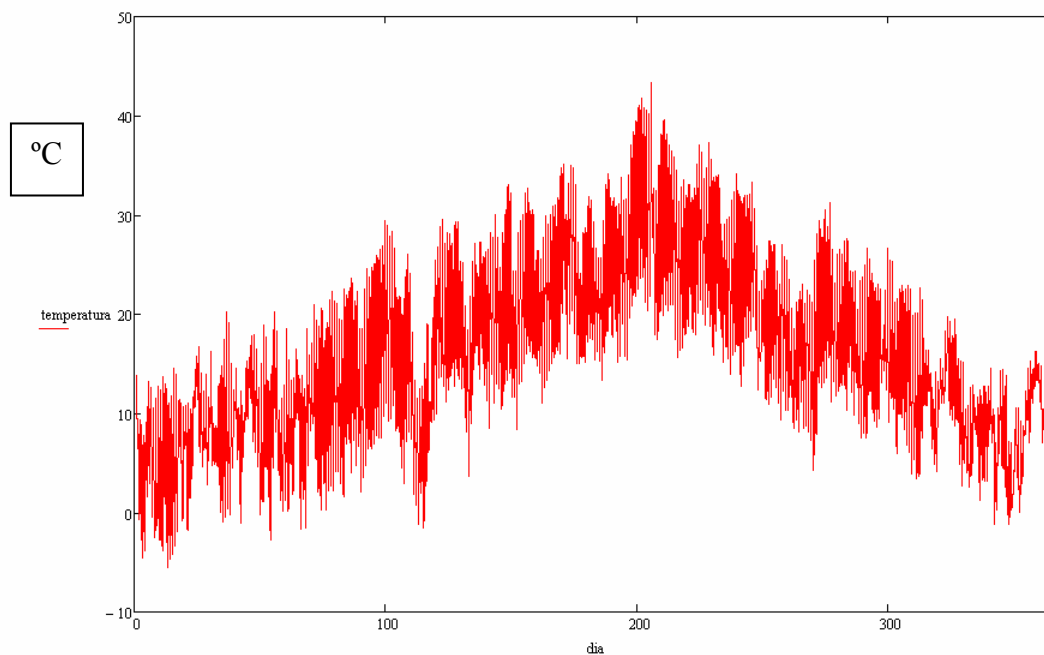
CAPÍTULO 4: SIMULACIONES.

En este capítulo se procederá a explicar detalladamente todo el proceso de cálculo de la simulación del ciclo termodinámico. Acompañando a la explicación se desarrollará un ejemplo usando como refrigerante el R-22.

4.1. SIMULACIÓN ANUAL

En primer lugar se va a realizar la simulación para todo un año. A partir de esta simulación se extraerán simulaciones diarias, de tres días de interés. El día más caluroso (o uno de los más calurosos), el más frío (o uno de los más fríos), y un día intermedio. Con la simulación anual se ilustrará la evolución del sistema durante un año completo. Para hacer las simulaciones se ha empleado una base de datos climatológica, en la que se incluye la temperatura. Esta base de datos da un valor de la temperatura cada 10 minutos, un total de 144 datos por día. Las simulaciones diarias consistirán simplemente en localizar el día deseado y extraerlo de la hoja de cálculo de la simulación anual.

Se ha extraído esa base de datos y se ha llevado a una hoja Excel. Con el apoyo de Mathcad, se presenta la siguiente gráfica de evolución de la temperatura a lo largo del año:



Gráfica 4.1: Evolución anual de la temperatura

Se puede observar claramente cómo la tendencia es a aumentar hasta llegar a un máximo y disminuir a partir de ahí.

La cantidad de datos que se han representado en esta gráfica, y por tanto la densidad de ellos, no permite observar variaciones instantáneas, sino que da una idea de la tendencia general. Por ello se harán las simulaciones diarias.

A continuación se describe el procedimiento de cálculo que se ha seguido para la simulación, paso por paso.

4.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Antes de pasar a la simulación del ciclo termodinámico, es necesario exponer el procedimiento que se ha seguido para la simulación de la carga térmica.

Se recuerda que en el capítulo anterior, se aplicó una hipótesis de cálculo, la de suponer una temperatura exterior de cálculo. Asociado a este valor, se daban las temperaturas exteriores a considerar en función de la orientación o del cerramiento. De esta forma, se reflejaba el efecto de la radiación solar sobre los muros. Es necesario reflejar este efecto también en la simulación.

Se dará por bueno el método que propone el “Manual de Aire Acondicionado de Carrier”² para tener en cuenta el efecto que tiene la radiación sobre la temperatura superficial de muros expuestos al sol. Este método consiste simplemente en aplicar una diferencia equivalente de temperatura como incremento de temperaturas, en lugar de los datos que se manejan.

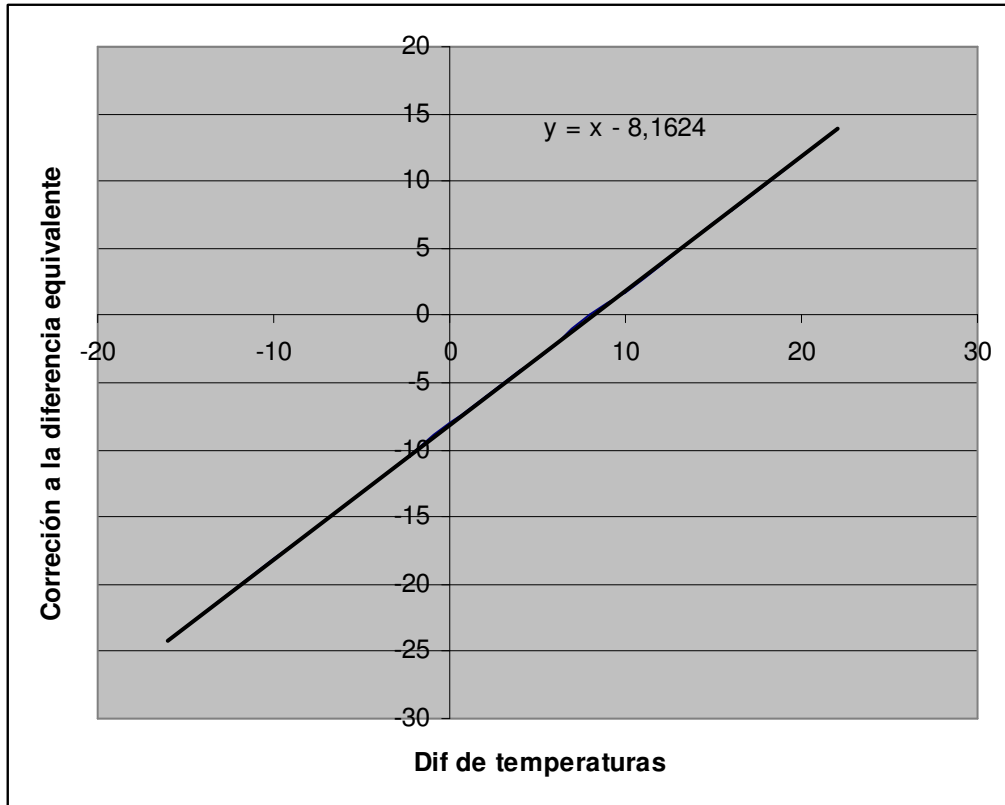
Este método está propuesto para aplicaciones de climatización y el rango de temperaturas que manejan las tablas no sirve para la aplicación a este proyecto. No obstante, como las tablas se definen para condiciones exteriores e interiores fijas, podemos obtener cuanto se incrementa la temperatura exterior. Esto nos permitirá automatizar el cálculo sumando este valor a la temperatura exterior dato por efecto de la radiación. El objetivo es buscar un valor fijo que sume a la temperatura exterior para este proyecto. Obtendremos valores para paredes y techos. Se usará la tabla 19 del manual que da la diferencia de temperatura equivalente para unas condiciones fijas de temperatura exterior=35°C, temperatura interior=25°C, 11°C de variación de la temperatura exterior en 24 h para el mes de Julio a latitud 40°.

Para simplificar los cálculos asumiremos como fija la variación de temperatura en 24 horas.

Estas tablas son corregidas por la tabla 20A, en función de la diferencia de temperaturas exterior a interior.

Como se puede observar la máxima diferencia de temperatura no es suficiente para reflejar las condiciones del proyecto. No obstante, podemos observar una relación lineal en los datos, y por tanto obtener una ecuación que nos permita extrapolar a nuestros datos:

² CARRIER, *Manual del aire acondicionado*, pag. 1-57



Gráfica 4.2: Corrección de la diferencia equivalente, método Carrier.

Concluyendo:

- Usaremos la tabla 19 en paredes y tabla 20 en techos para obtener la diferencia equivalente de temperatura. Asumiremos un peso por m² de los paneles de 15 kg/m² y de 425 kg/m² para los ladrillos, resultando un peso total que aproximaremos al valor tabulado de 500 kg/m². Para el techo tomaremos un valor de peso de 50 kg/m² y techo soleado, haciendo luego el cálculo de la carga térmica incluyendo el techado, la cámara de aire debajo del tejado y el cerramiento propiamente dicho.
- Las tablas 4.1 y 4.3 se corregirán con la tabla 4.2 usando la ecuación obtenida en la gráfica 4.2 para una diferencia entre la temperatura exterior=35°C (temperatura con la que se ha construido la tabla) y la temperatura interior (-20°C)
- Para simplificar el cálculo tomaremos el valor máximo de las tablas:

	Norte	Sur	Este	Oeste
Valor max (°C)	-	10	13,9	15,6

Tabla 4.4: Diferencia máxima de temperaturas, sin corregir, según la tabla 4.1

- Únicamente aplicaremos este método para los meses de Mayo, Abril, Junio, Julio, Agosto y Septiembre, ya que se considerará que es en estos meses cuando más influye la radiación.

Si a la tabla anterior le añadimos la corrección por tener una diferencia de temperaturas exterior-interior diferente a la tabulada en Carrier:

Corrección = $55 - 8.1624 = 46.8^{\circ}\text{C}$:

	Norte	Sur	Este	Oeste
Valor max (°C)	-	56,8	60,7	62,4

Tabla 4.5: Diferencia equivalente de temperaturas tras la corrección.

Esta sería la diferencia de temperaturas a multiplicar directamente a UA. Acondicionamos estos datos para obtener una temperatura a incrementar a la temperatura exterior de forma automática. Recuérdese que la temperatura exterior usada en este método era 35°C :

	Norte	Sur	Este	Oeste
Valor a incrementar la temperatura exterior	-	1,8	5,7	7,4

Tabla 4.6: Valores a sumar a la temperatura exterior para reflejar el efecto de la radiación.

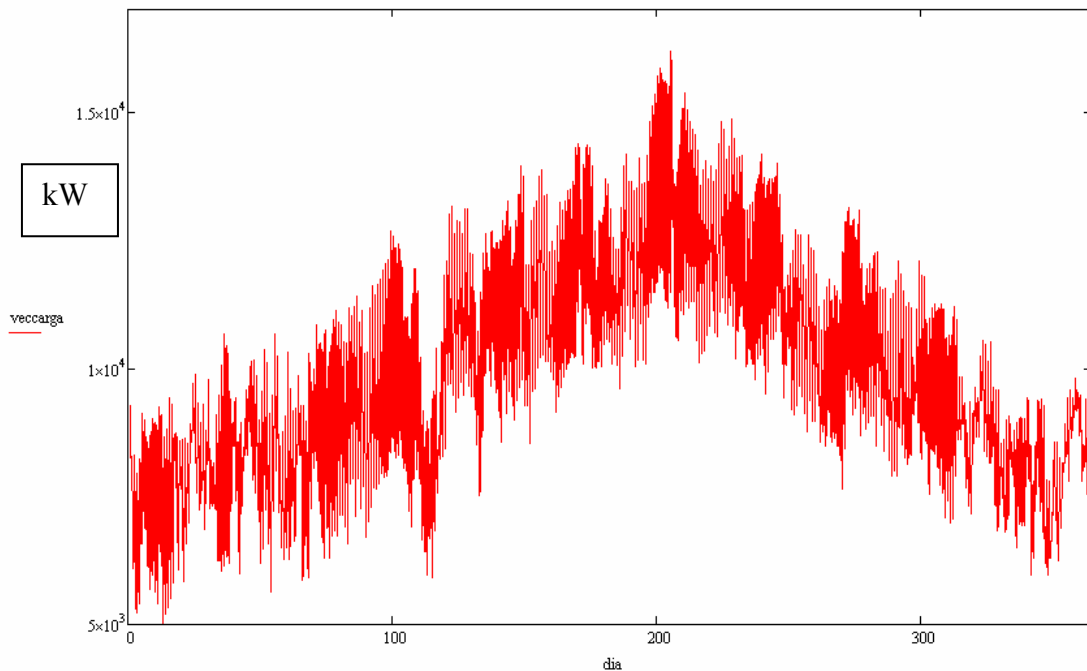
Análogamente para el techo:

	°C
Valor máximo	25,6
Valor corregido	72,4376
Valor a sumar a la temperatura exterior	17,4376

Tabla 4.7: Resumen del procedimiento anterior aplicado al techo.

De este modo, se acondicionará la base de datos, de modo que se reflejen estos aumentos en los meses indicados y distinguiendo las paredes. Esta variación se efectuará sobre el formato de la base de datos Excel.

Una vez aplicada la solución que se tomará para reflejar el efecto de la radiación, se expresa la carga térmica como resultado de la suma de los términos independientes de la temperatura más otro término que agrupa a los términos dependientes de la temperatura exterior. De este modo, la carga térmica total se obtendrá directamente. La siguiente gráfica refleja la evolución de la carga térmica a lo largo del año:



Gráfica 4.3: Evolución de la carga térmica.

Esta gráfica es análoga a la de temperaturas. El valor máximo se sitúa en torno a 17kW.

A continuación se expone el cálculo del ciclo:

Retomando el esquema para la nomenclatura de los puntos del ciclo, nótese que de todos los puntos, el punto 3 será el único fijo, ya que la temperatura de evaporación está fijada y también lo está el sobrecalentamiento. La temperatura de condensación será variable, y por tanto lo será el resto de puntos. Por ello, se comenzará la explicación desde este punto.

Para automatizar los cálculos siempre se ha buscado ajustar una serie de puntos a funciones definidas (polinómicas), con el objetivo de obtener funciones dependientes de la temperatura y así poder hacer todos los cálculos a partir de la base de datos de temperatura que se ha obtenido anteriormente.

En todo momento durante el proceso de cálculo, se buscará ajustar una serie de datos a funciones definidas (polinómicas o lineales) de modo que siempre se obtengan ecuaciones donde la incógnita sea siempre una temperatura.

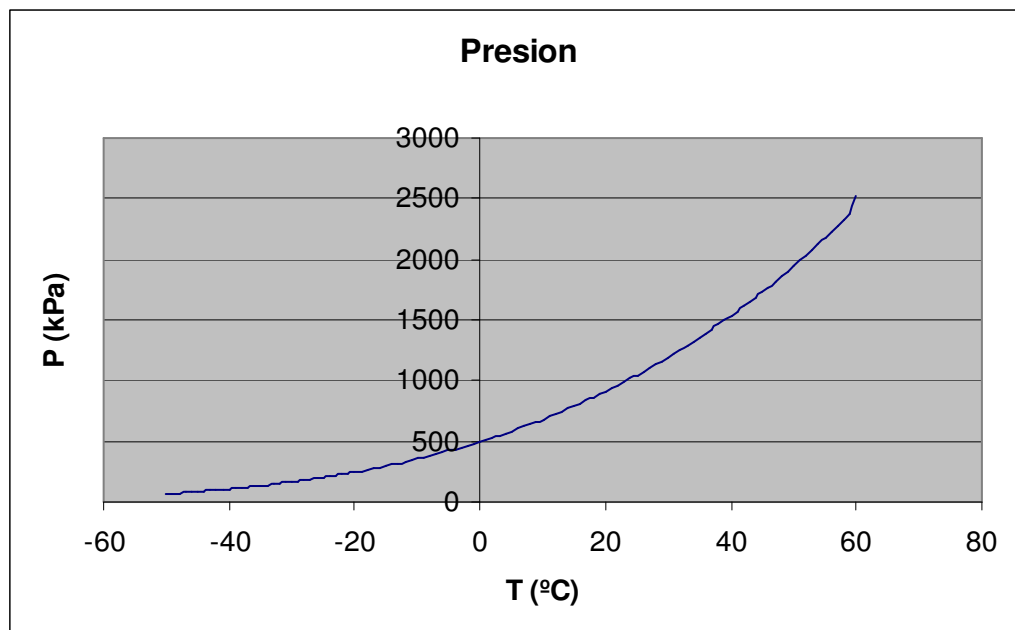
Previo a todo el proceso de cálculo y para cada refrigerante, se han importado de la tabla de propiedades de saturación, las columnas de temperatura, presión de saturación (de líquido y vapor cuando sean diferentes aunque por simplicidad sólo se trabajará con la de líquido) y entalpías de vapor y líquido, como se muestra en el siguiente ejemplo:

Temp (°C)	Pres (MPa)	h_{liq} (kJ/kg)	h_{vap} (kJ/kg)
-50	64,5	144	383,4
-49	67,9	145,1	383,9
-48	71,5	146,2	384,4
-47	75,1	147,3	384,8
-46	78,9	148,4	385,3
-45	82,9	149,4	385,8
-44	87,1	150,5	386,3
-43	91,3	151,6	386,7
-42	95,8	152,7	387,2
-41	100,4	153,8	387,7
-40	105,2	154,9	388,1
...
60	2527	277,6	417,5

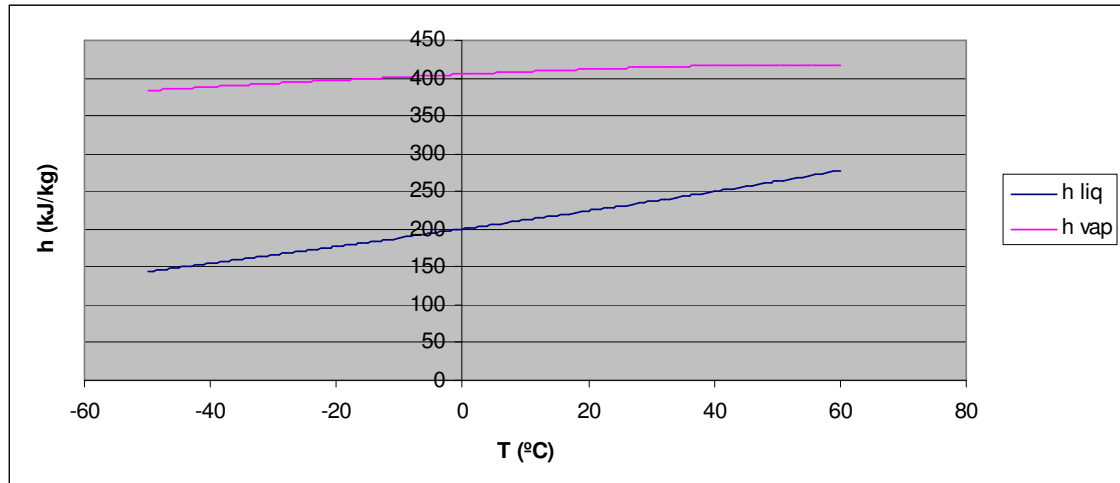
Tabla 4.8: Ejemplo de datos usados para obtener ecuaciones

Los límites se han elegido de tal forma que incluyan el rango de temperaturas de trabajo de la instalación.

Como se indicaba anteriormente, a partir de estos datos se crean gráficas de Temperatura-presión y temperatura-entalpía:

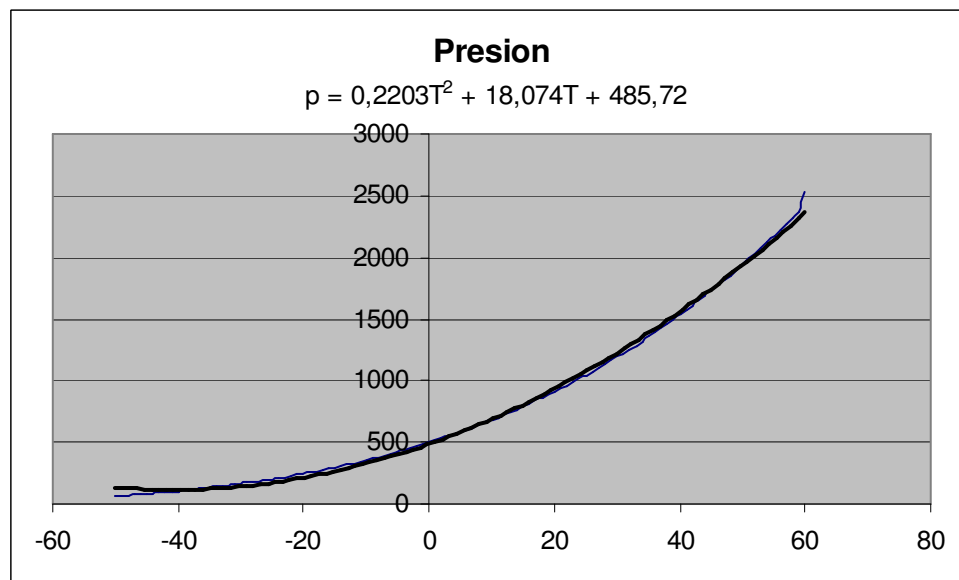


Gráfica 4.4: Relación entre presión de saturación y temperatura.



Gráfica 4.5: Gráfica de relación entre entalpías de saturación (líquido y vapor saturado) y temperatura.

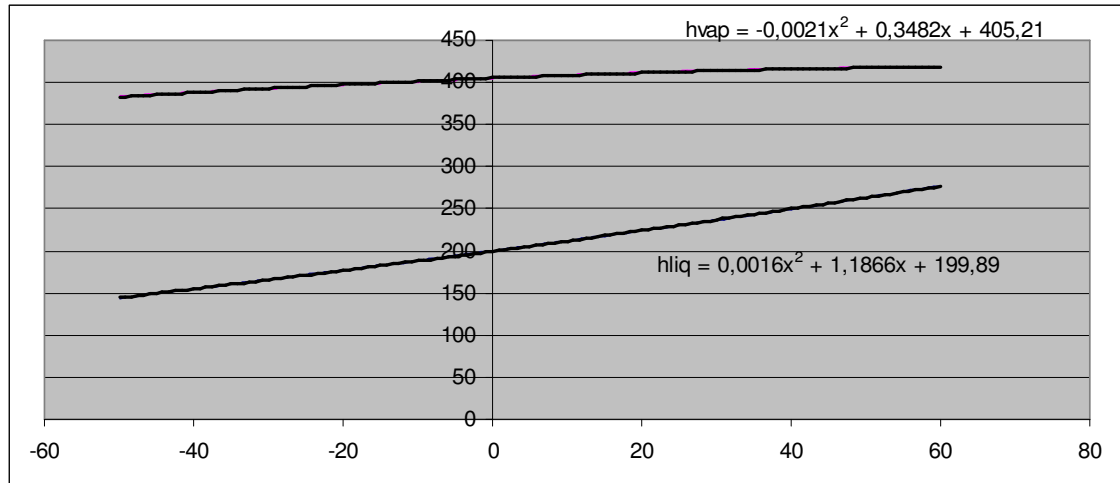
La curva de presión se ajusta perfectamente a una función polinómica de 2º grado:



Gráfica 4.6: Curva de ajuste y ecuación presión-temperatura.

Esta ecuación nos da la presión de saturación en función de la temperatura.

Las curvas de entalpía se ajustan mejor a funciones de tercer orden:



Gráfica 4.7: Curvas de ajuste y ecuaciones entalpía-temperatura

De esta forma se han obtenido ecuaciones, de tal forma que introduciendo únicamente un dato de temperatura, se obtengan las propiedades requeridas para los cálculos. Estas funciones aplicadas a una hoja de cálculo nos permiten obtener todos los cálculos para todas las temperaturas.

A continuación se detalla el procedimiento de cálculo del ciclo completo:

- Puntos 3-4-5

Por ser el punto 3 un punto fijo, independientemente de la temperatura, se comienza la explicación desde aquí. Para empezar se explicará el procedimiento de cálculo para la compresión, que es la parte más compleja del cálculo.

El punto 3 se obtiene directamente de los gráficos a partir de la temperatura de evaporación más el recalentamiento; en el caso del R22:

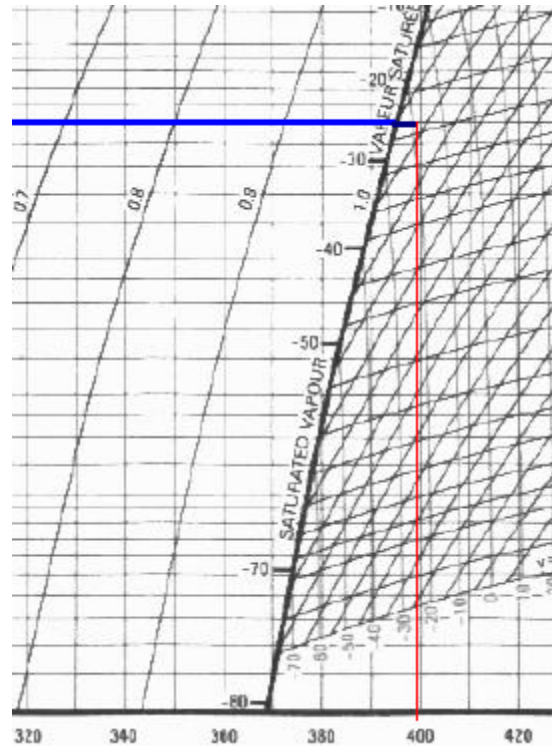


Imagen 4.1: Obtención del punto 3

A continuación se obtiene el punto 4. Este punto se obtiene siguiendo sobre el gráfico la línea isoentrópica que pasa por el punto 3. Para una temperatura dada, basta con interceptar esa isoentrópica con la línea de temperatura constante correspondiente. Como se tiene una base de datos con un gran número de puntos, se creará una tabla de doble entrada, temperatura de evaporación-entropía de final de compresión isoentrópica:

Temperatura	Entropía (kJ)
-25	399
-10	413
0	422
20	439
40	453
50	460
60	465

Tabla 4.9: Datos para obtener la relación temp- h_4

Esta tabla ha sido creada obteniendo gráficamente cada punto sobre el diagrama del R22. Cada valor de temperatura de la tabla es un valor de temperatura de condensación y la entropía es la correspondiente a seguir presión constante hasta el corte con la isoentrópica:

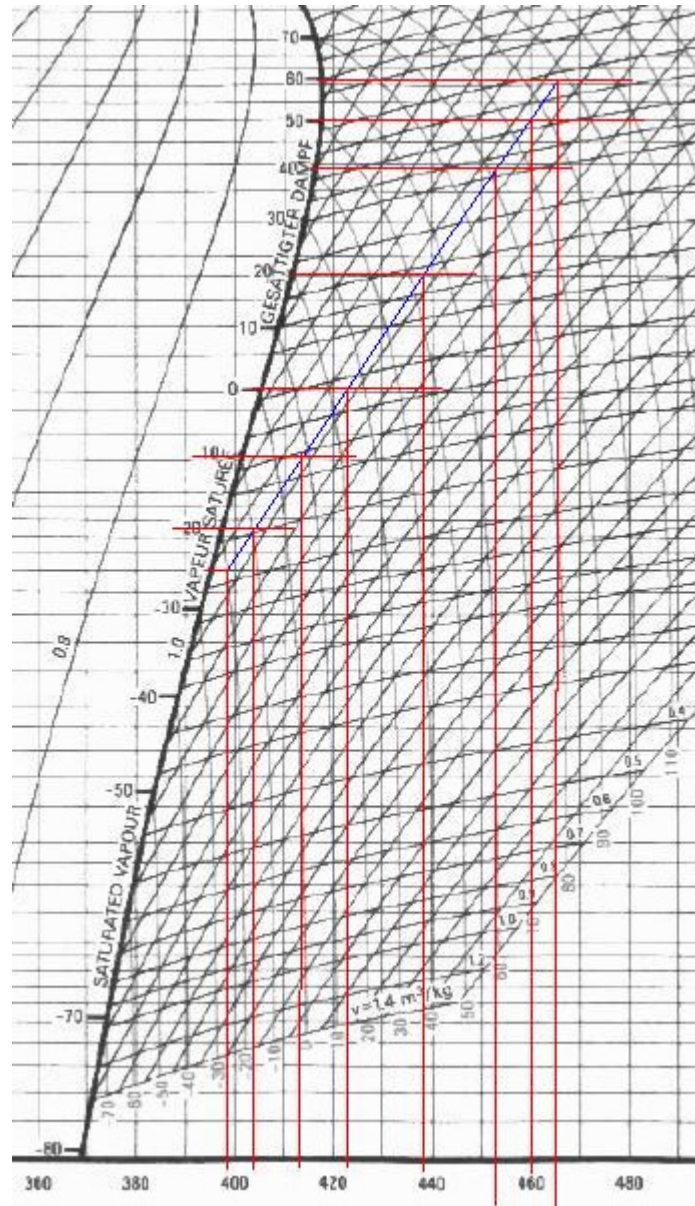
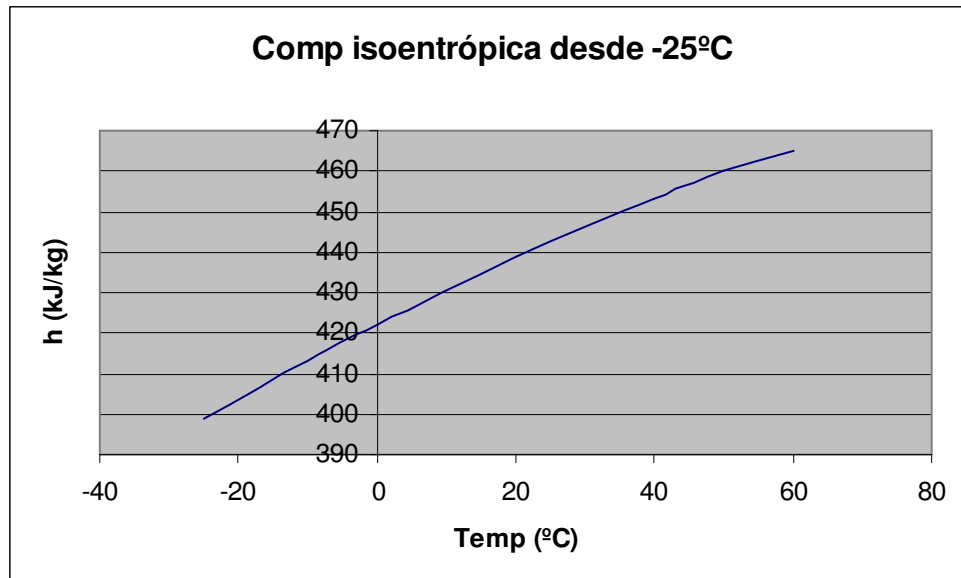


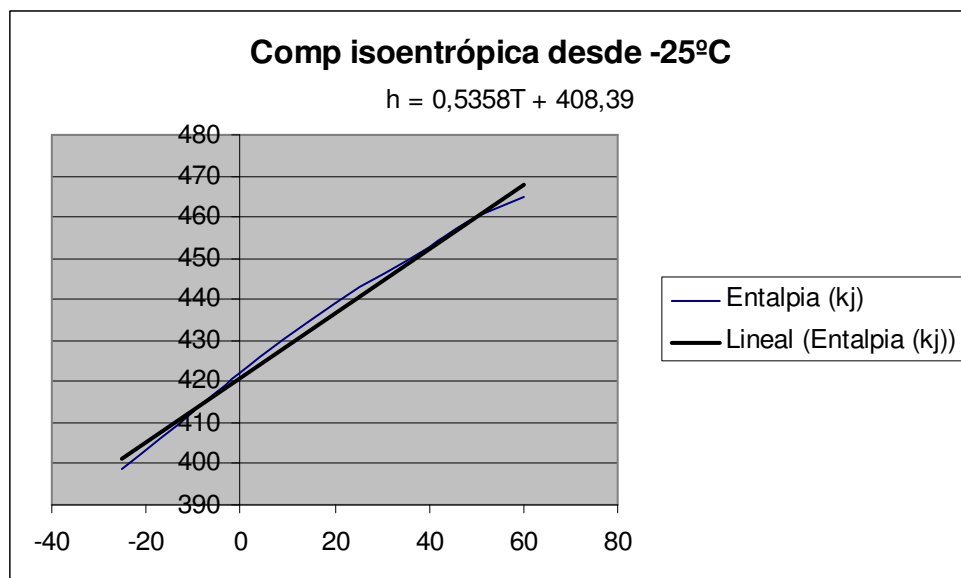
Imagen 4.2: Obtención de la tabla 4.9

Si representamos gráficamente estos datos se puede observar su tendencia lineal:



Gráfica 4.8: Relación temperatura- h_4

Se usa la opción de Excel de ajustar las gráficas a funciones y presentar la ecuación:



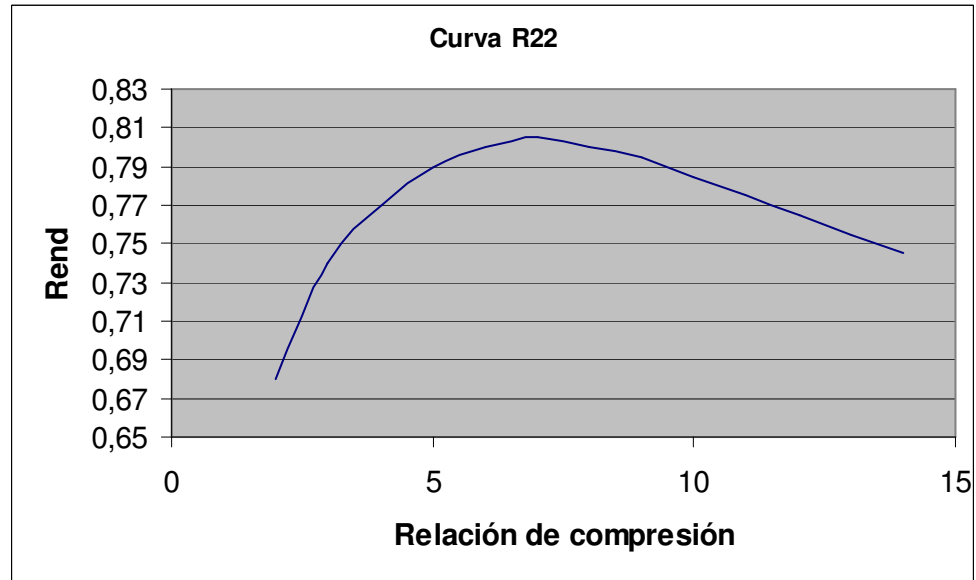
Gráfica 4.9: Relación temperatura- h_4 , ecuación.

De esta forma se ha obtenido una expresión para obtener la entalpía específica a partir de la temperatura. Si se repasa la obtención de datos para esta gráfica, se puede ver que la temperatura que aquí aparece es la temperatura de condensación. Así se puede usar este dato directamente.

Una vez obtenida la compresión isentrópica se pasa a introducir el efecto de una compresión real. Este efecto se refleja en el rendimiento isentrópico que provoca un aumento en la entalpía al final de la compresión respecto a la compresión ideal. Para obtener la entalpía en el punto 5 se aplica la siguiente expresión:

$$h_5 = \frac{h_4 - h_3}{\eta} + h_3 \quad [\text{Ec4.1}]$$

El rendimiento isoentrópico se obtiene a partir de la siguiente gráfica:



Gráfica 4.12: Rendimiento isoentrópico.

Como se puede observar, esta gráficas da el rendimiento en función de dos parámetros, el refrigerante y la relación de compresión, definida como la relación entre la presión de aspiración, que consideraremos 0.9 veces la presión de evaporación y la de descarga, 1.05 veces la de condensación. De esto modo se incluyen las pérdidas de carga en los intercambiadores de calor. Para la realización de este proyecto se ha dispuesto únicamente de las gráficas para R22 y R11. Por simplicidad, asumiremos que todos los refrigerantes siguen el comportamiento del R22 en cuanto a rendimiento isoentrópico en el compresor.

Para obtener la relación de compresión, usaremos la expresión obtenida anteriormente y calcularemos las presiones de evaporación y condensación introduciendo las temperaturas de evaporación (constante) y condensación respectivamente. A estos valores les aplicaremos los factores anteriores, para obtener las presiones de entrada y salida al compresor:

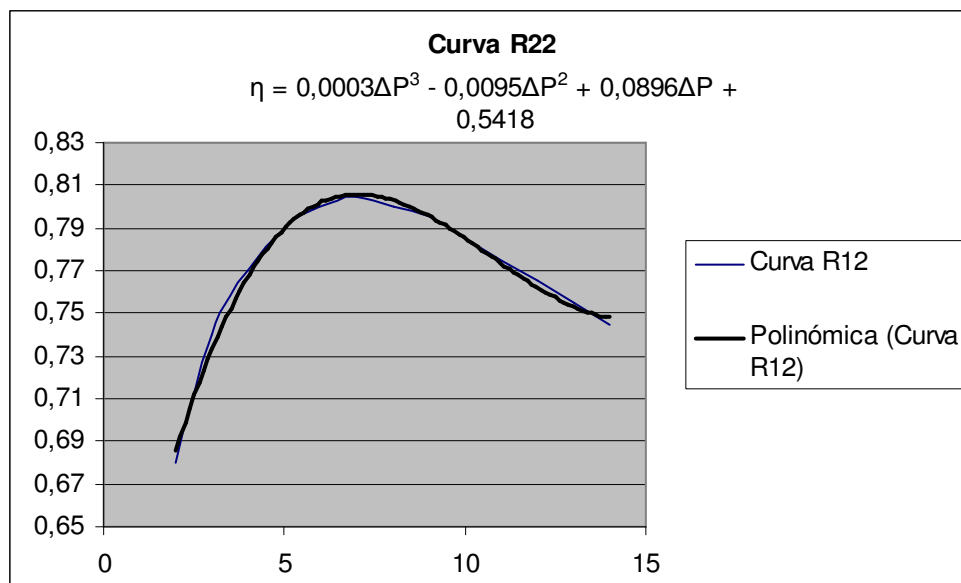
Temp ext	Temp evap	Temp cond	Pres evap	Pres cond	Pres asp	Pres descarga	Rel de comp
12,8	-25	24,8	171,5575	1069,4485	154,4018	1122,920938	7,27272157
12,6	-25	24,6	171,5575	1063,6571	154,4018	1116,840005	7,23333774
12,4	-25	24,4	171,5575	1057,8834	154,4018	1110,777578	7,194073761
12,4	-25	24,4	171,5575	1057,8834	154,4018	1110,777578	7,194073761
12,7	-25	24,7	171,5575	1066,5506	154,4018	1119,878158	7,253014673
13	-25	25	171,5575	1075,2575	154,4018	1129,020375	7,31222525
...

Tabla 4.10: Hoja de cálculo con los resultados obtenidos.

Para obtener el rendimiento isoentrópico se obtendrán una serie de puntos de la gráfica anterior y se obtendrá una función del rendimiento isoentrópico en función de la relación de compresión:

AP	Curva R22
2	0,68
3	0,74
4	0,77
5	0,79
6	0,8
7	0,805
8	0,8
9	0,795
10	0,785
11	0,775
12	0,765
13	0,755
14	0,745

Tabla 4.11: Datos extraídos de la gráfica de rendimiento isoentrópico.



Gráfica 4.13: Ajuste de la curva de rendimiento isoentrópico a una función polinómica.

En este caso una función cúbica se ajusta al comportamiento de la gráfica. Habiendo obtenido previamente la relación de compresión se puede obtener el rendimiento isoentrópico y aplicar la ecuación que lleva a h_5 .

- 5-1

Entre los puntos 5 y 1 que modelan el comportamiento del condensador, se da una disminución de temperatura a presión constante (excepto las pérdidas de carga que no se tienen en cuenta en esta evolución) hasta el punto 1, en el que el refrigerante se presenta como líquido subenfriado. Este punto se obtiene a

partir de una disminución de 5°C de la temperatura de condensación, que es un dato fijado previamente a partir de la temperatura exterior.

La obtención de la entalpía en el punto 1 se obtiene gracias a la función obtenida para h_{liq} . Como argumento en la función se introduce la temperatura de condensación menos el subenfriamiento, ya que a partir del punto 1 se da una expansión isoentálpica.

La diferencia de entalpía entre estos dos puntos será el calor que debe evacuar el condensador, q_{cond} .

- 1-2

Asumimos que esta evolución es perfectamente isoentálpica, con lo que la entalpía del punto dos será igual a la del punto 1, y la presión vendrá dada por la expresión obtenida anteriormente imponiendo la temperatura de evaporación.

- 2-3

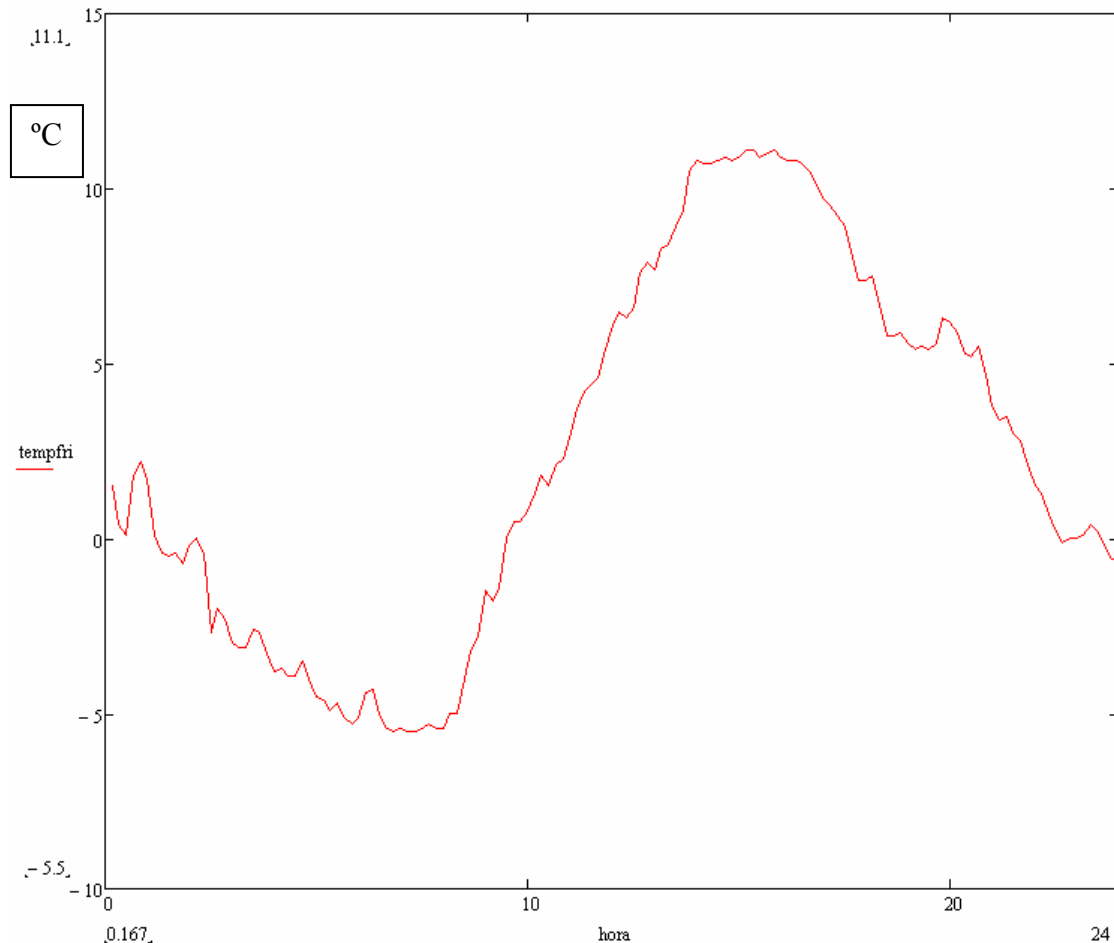
La diferencia de entalpía entre estos dos puntos será el calor que se evacuará de la cámara en el evaporador.

Con esto queda explicado el procedimiento que se ha seguido para obtener el ciclo completo, con sus valores de presión, entalpía y temperatura. Para obtener todos los valores para todos los puntos, simplemente hay que construir una hoja de cálculo a partir de la base de datos de temperatura e implementar las ecuaciones función de la temperatura que se han obtenido para cada refrigerante.

Todos los valores de entalpía así obtenidos son específicos, es decir, están expresados en función de la masa (kJ/kg, por ejemplo), en este caso masa de refrigerante. No es de interés representar gráficamente estos resultados, ya que en el siguiente capítulo se obtendrá el valor en términos de Potencia, que es una magnitud más simple para presentar resultados y compararlos.

4.3. SIMULACIÓN DE DÍA DE INVIERNO

Como día significativo de invierno se ha elegido el día que registró la mínima temperatura anual. Este día es el 12 de Enero. La evolución de la temperatura de este día se representa en la siguiente gráfica:

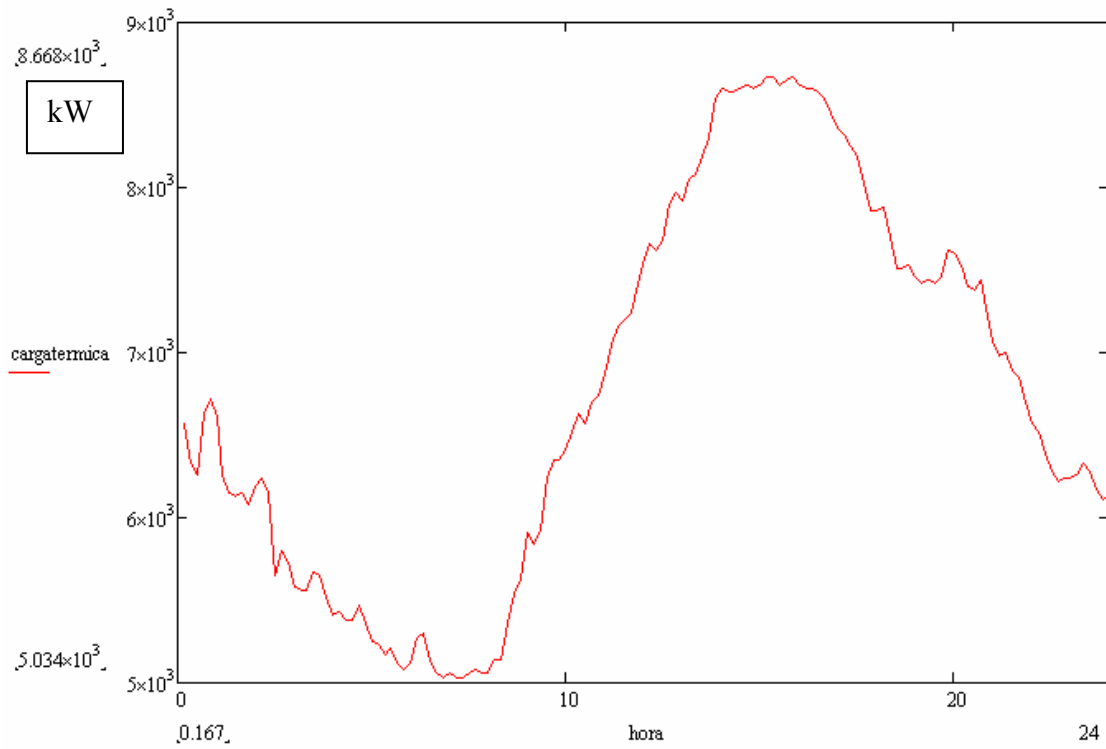


Gráfica 4.14: Evolución de la temperatura en el día de invierno.

En esta gráfica se observa que la punta de temperatura se da a medio día y descende a la tarde y la noche. Se puede destacar que la diferencia de temperaturas entre la mínima y la máxima es de aproximadamente 15°C.

Esta simulación, al igual que el resto, se ha realizado localizando y extrayendo en el fichero de la simulación anual los datos correspondientes al día buscado. De esta forma se puede observar mejor la evolución de los datos.

La siguiente gráfica ilustra la evolución de la carga térmica:

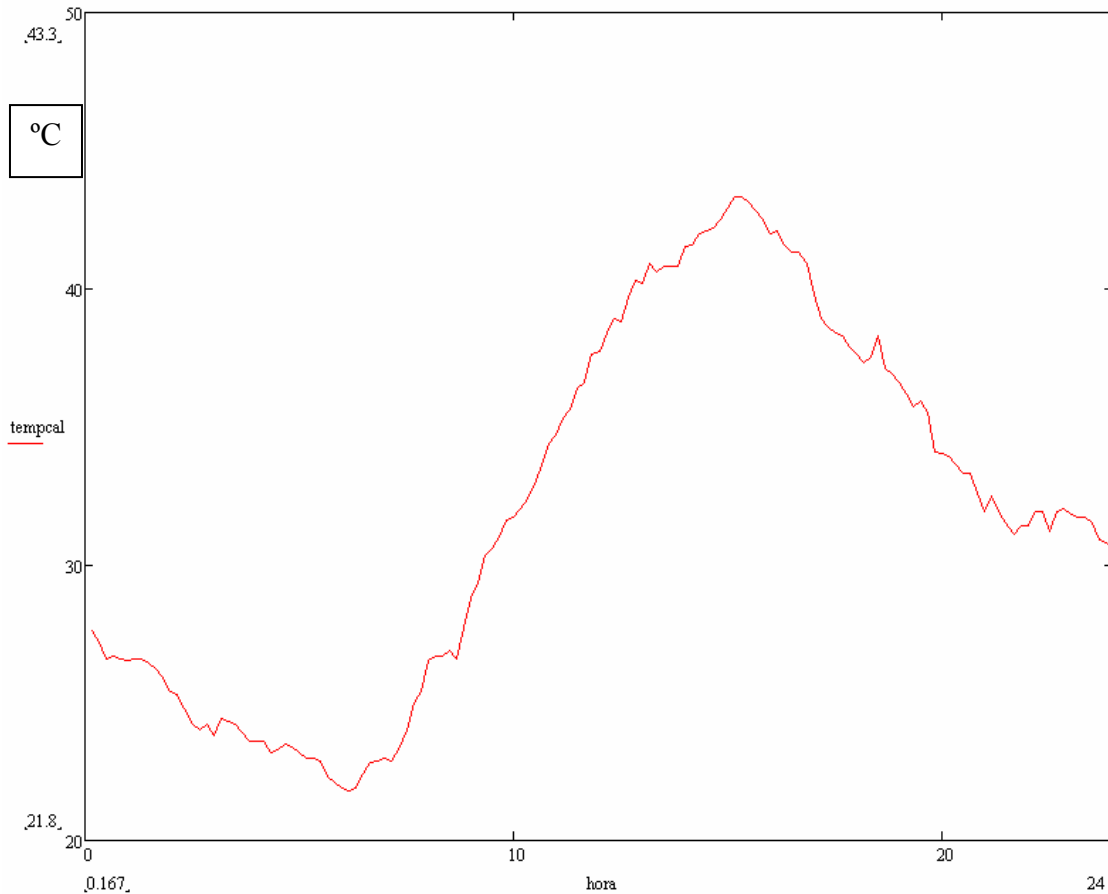


Gráfica 4.15: Evolución de la carga térmica en el día de invierno.

Aparece una gráfica del mismo aspecto que la de temperatura, pero de diferente escala.

4.4. SIMULACIÓN DE DÍA DE VERANO

Se elige como día significativo para la simulación el día en el que se registró la máxima temperatura del año. Este día es el 23 de Julio. La gráfica de temperatura para este día es la siguiente:

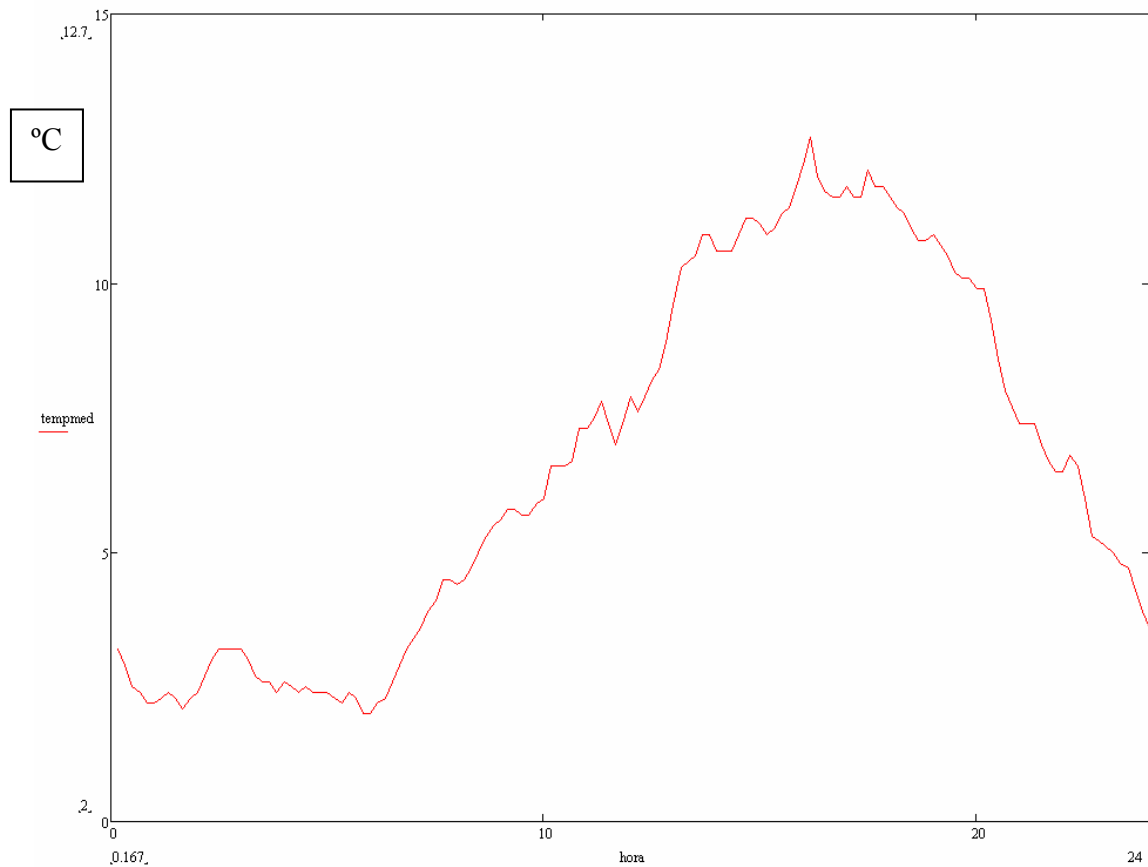


Gráfica 4.16: Evolución de la temperatura en el día de verano

Presenta un aspecto similar a la del día frío, aunque en este caso la diferencia de temperaturas máxima-mínima es algo superior, 20°C aproximadamente.

4.5. SIMULACIÓN DE DÍA TEMPLADO

Del mismo modo se da la gráfica de la evolución de la temperatura a lo largo del día:



Gráfica 4.17: Evolución de la temperatura en el día templado.

Este día se ha elegido este día aleatoriamente. Es un día ligeramente frío aunque no presenta temperaturas extremas. Eso sí, presenta una temperatura baja y constante a lo largo de las primeras horas, lo que puede corresponder a una noche nublada.

En todas las simulaciones se han obtenido los mismos datos que para la anual en este apartado. No obstante y cómo ya se ha dicho, no merece la pena representar parámetros como la entalpía específica que se intercambia en el evaporador, por ejemplo, ya que en el siguiente capítulo se van a obtener valores de potencia, que son más representativos.

CAPÍTULO 5. CONSUMO ENERGÉTICO Y CEE. **SELECCIÓN DE COMPONENTES. ESPECIFICACIÓN Y** **SELECCIÓN DE COMPONENTES**

El siguiente paso en el procedimiento de cálculo es obtener el flujo másico de refrigerante que circulará por la instalación. Esto se obtiene directamente del valor calculado de carga térmica. Esta carga térmica será el calor que debe evacuar el evaporador, con lo que realizando la siguiente operación obtenemos la masa de refrigerante:

$$M_{ref} = \frac{Q_T}{q_{evap}} \quad [\text{Ec. 5.1}]$$

Multiplicando este valor al resto de parámetros podemos obtener los valores de los distintos parámetros de interés, en especial el calor a evacuar en el condensador, y el trabajo de compresión:

$$W_{b,i} = w_{b,i} \cdot M_{ref} \quad [\text{Ec. 5.2}]$$

$$Q_c = q_c \cdot M_{ref} \quad [\text{Ec. 5.3}]$$

El subíndice i, indica que se trata de valor indicado, es decir, $W_{b,i}$ es la potencia que consumirá el compresor sin aplicar los rendimientos mecánico y eléctrico. Estos rendimientos se supondrán constantes y se les da el valor arbitrario usado antes, que está basado en la experiencia:

$$\eta_{mec}=0.8$$
$$\eta_{elec}=0.9$$

En cuanto al ciclo termodinámico propiamente dicho, el único parámetro que restaría por calcular es el coeficiente de eficiencia energética o CEE. Este valor compara el trabajo que hay que realizar con la cantidad de calor evacuada en el evaporador. En este número se incluirá el efecto de los rendimientos mecánico y eléctrico:

$$CEE = \frac{Q_{evap}}{W_{b,i}} \cdot \eta_{elec} \cdot \eta_{mec} \quad [\text{Ec 5.4}]$$

El CEE es un buen indicativo de lo efectivo que es un refrigerante y será usado como argumento para comparar los distintos refrigerantes.

A continuación se adjunta un ejemplo de la hoja de cálculo completa empleada para realizar todos estos cálculos. Parte de ella se ha obtenido en el capítulo anterior. Las hojas de cálculo completas no se anexan en papel por su gran tamaño:

Temp Ext (°C)	Temp Evap (°C)	Temp Cond (°C)	Pres Evap (kPa)	Pres Cond (kPa)	Pres Asp (kPa)	Pres Desc (kPa)	Rel de comp	Rend isoent.	H1 =H2 (kJ/kg)	H3 (kJ/kg)	H4 (kJ/kg)	H5 (kJ/kg)
12,8	-25	24,8	171,6	1069,4	154,4	1122,9	7,3	0,81	224	395	421,7	428,1
12,6	-25	24,6	171,6	1063,7	154,4	1116,8	7,2	0,81	223,8	395	421,6	427,9
12,4	-25	24,4	171,6	1057,9	154,4	1110,8	7,2	0,81	223,5	395	421,5	427,8
12,4	-25	24,4	171,6	1057,9	154,4	1110,8	7,2	0,81	223,5	395	421,5	427,8
12,7	-25	24,7	171,6	1066,5	154,4	1119,9	7,2	0,81	223,9	395	421,6	428,1
13	-25	25	171,6	1075,3	154,4	1129	7,3	0,81	224,2	395	421,8	428,2

q _{evap} (W)	q _{cond} (W)	w _b (W)	Q _T (W)	M _{ref} (kg/s)	W _{b,ind} (kW)	W _b real (+rend mec y elec) (kW)	CEE ciclo
170,9	204,0736	33	9039,9	0,05287	1,75	2,429855501	3,720334
171,2	204,1892	32,9	8996,1	0,052537	1,73	2,404760443	3,740953
171,5	204,3051	32,8	8952,3	0,052205	1,71	2,379863908	3,761693
171,5	204,3051	32,8	8952,3	0,052205	1,71	2,379863908	3,761693
171,1	204,1314	33	9018	0,052703	1,74	2,417283055	3,730628

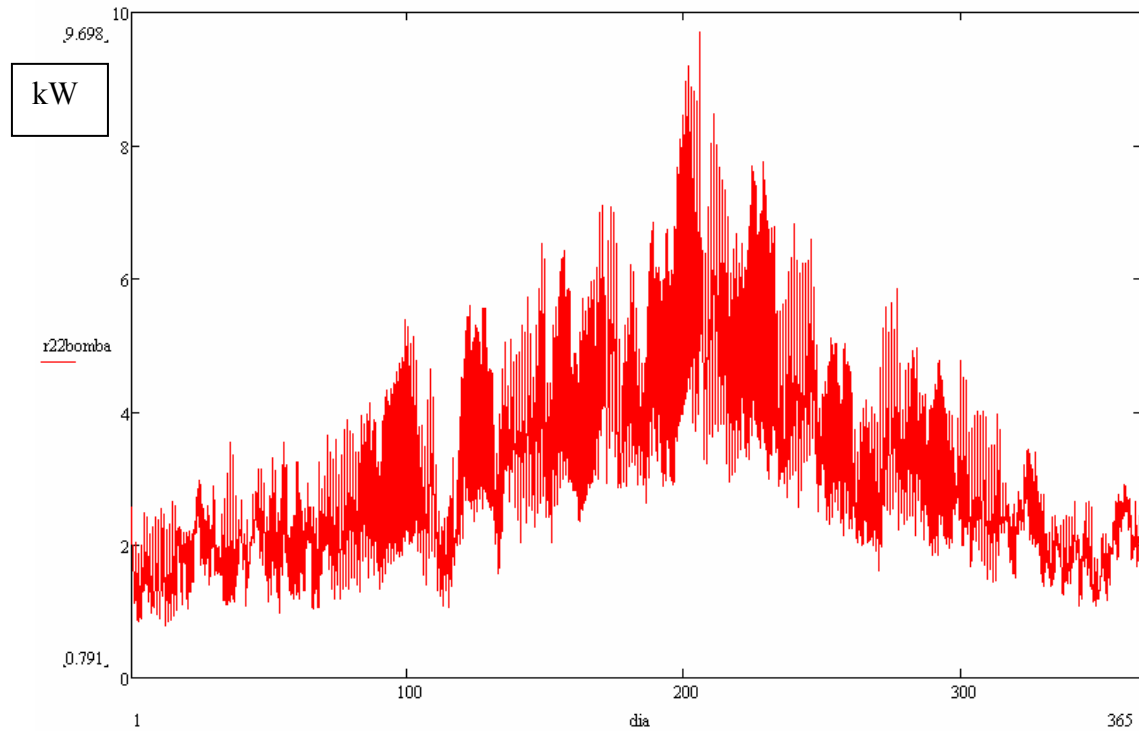
Tabla 5.1: Fragmento de la hoja de cálculo completa empleada para los cálculos de las simulaciones.

En resumen, una vez definidas las temperaturas de operación, se pasa a los cálculos relacionados directamente con la presión, incluyendo el rendimiento isoentrópico. A continuación se definen las entalpías de los distintos puntos del ciclo tal y como se ha explicado. En base a estos datos se obtienen los calores y trabajos. Se importa la carga térmica a la hoja Excel y se obtienen los valores de flujo de refrigerante y trabajos reales.

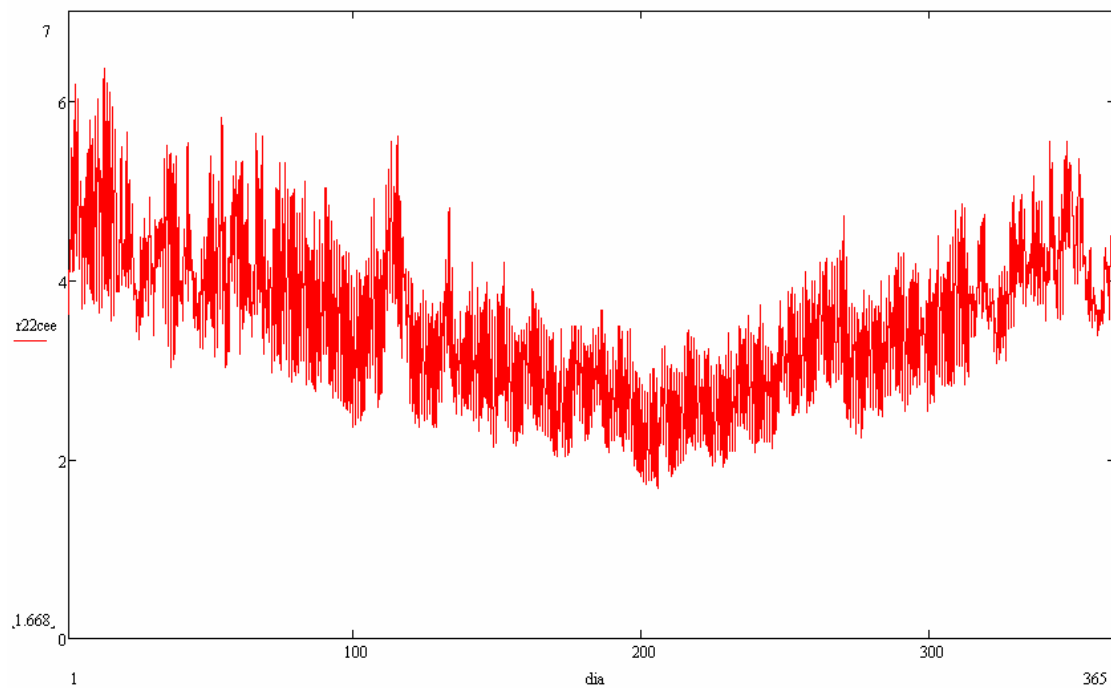
La manera más adecuada de tratar estos datos será mediante gráficas. Los valores más significativos son el consumo del compresor y el coeficiente de eficiencia energética. Estos valores dan una buena idea de lo bien que funciona el ciclo. Para la simulación anual se presentan a continuación las gráficas individuales para cada refrigerante:

5.1. SIMULACIÓN ANUAL

- R22:

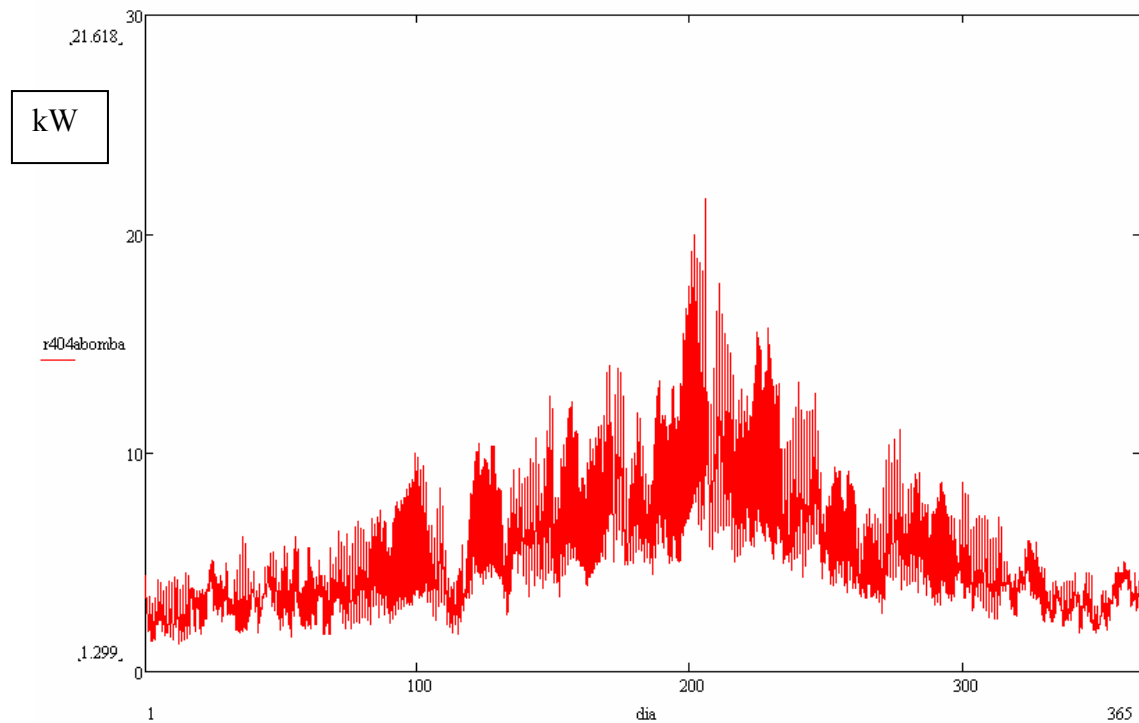


Gráfica 5.1: Consumo energético con R22

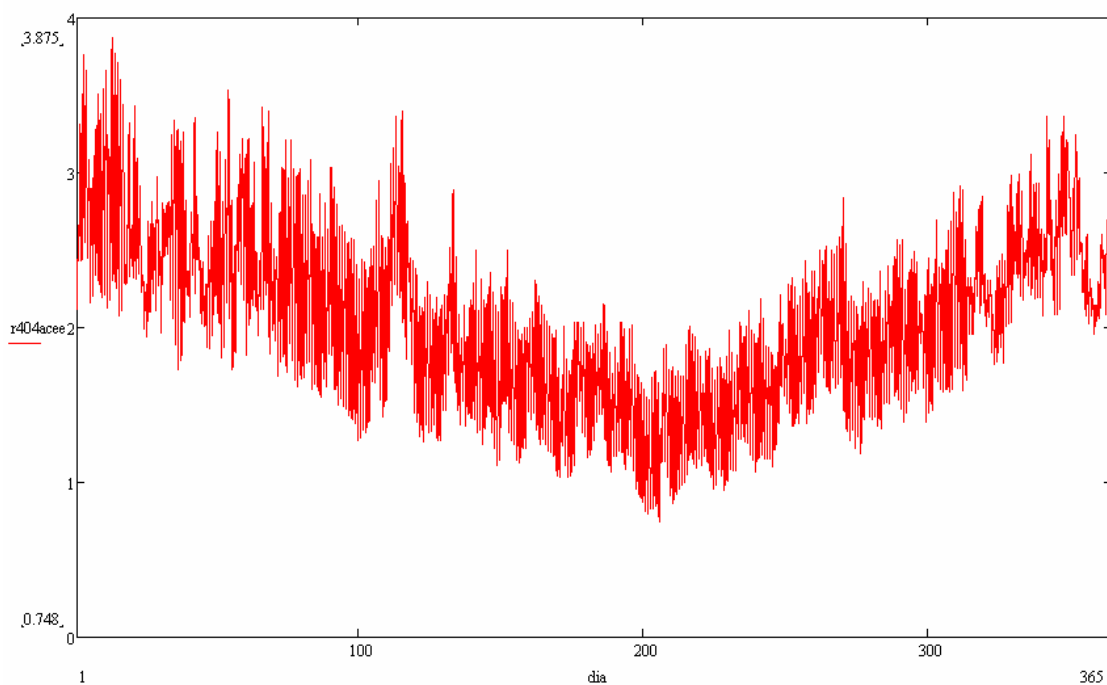


Gráfica 5.2: CEE con R22

- R404A

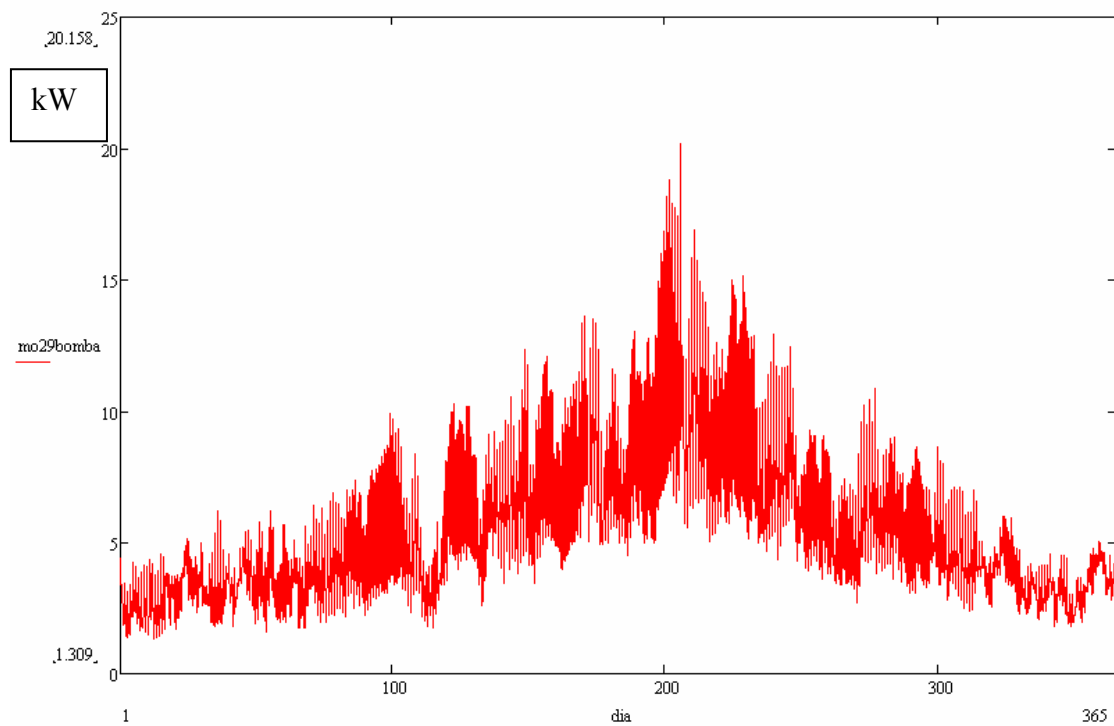


Gráfica 5.3: Consumo energético con R404A

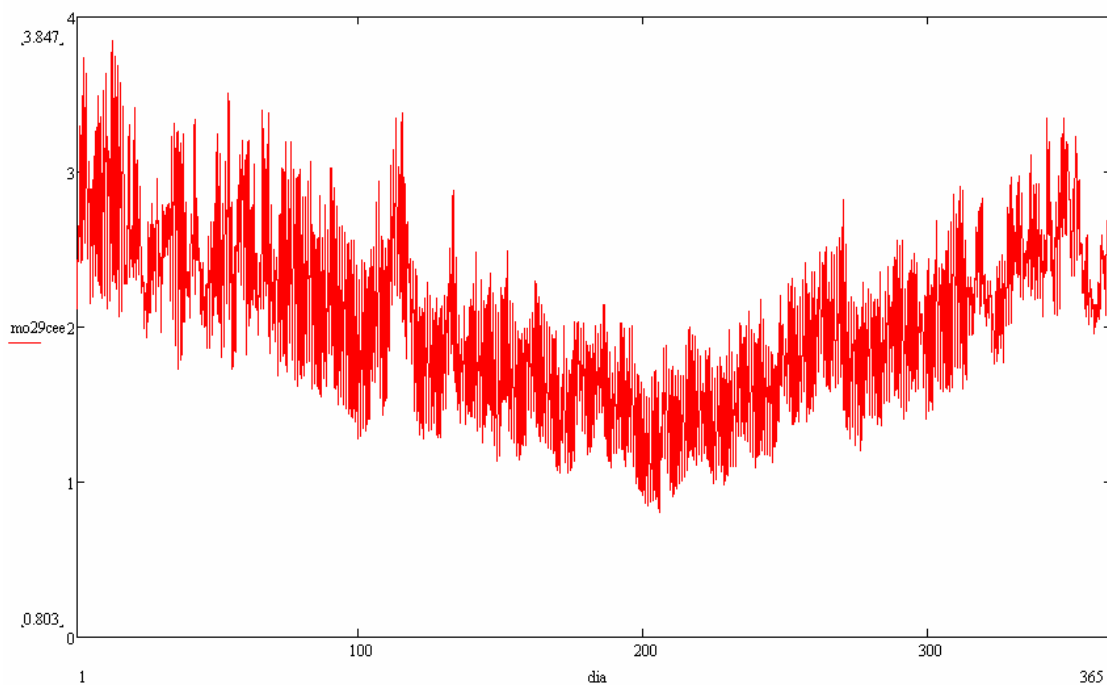


Gráfica 5.4: CEE con R404A

- MO29

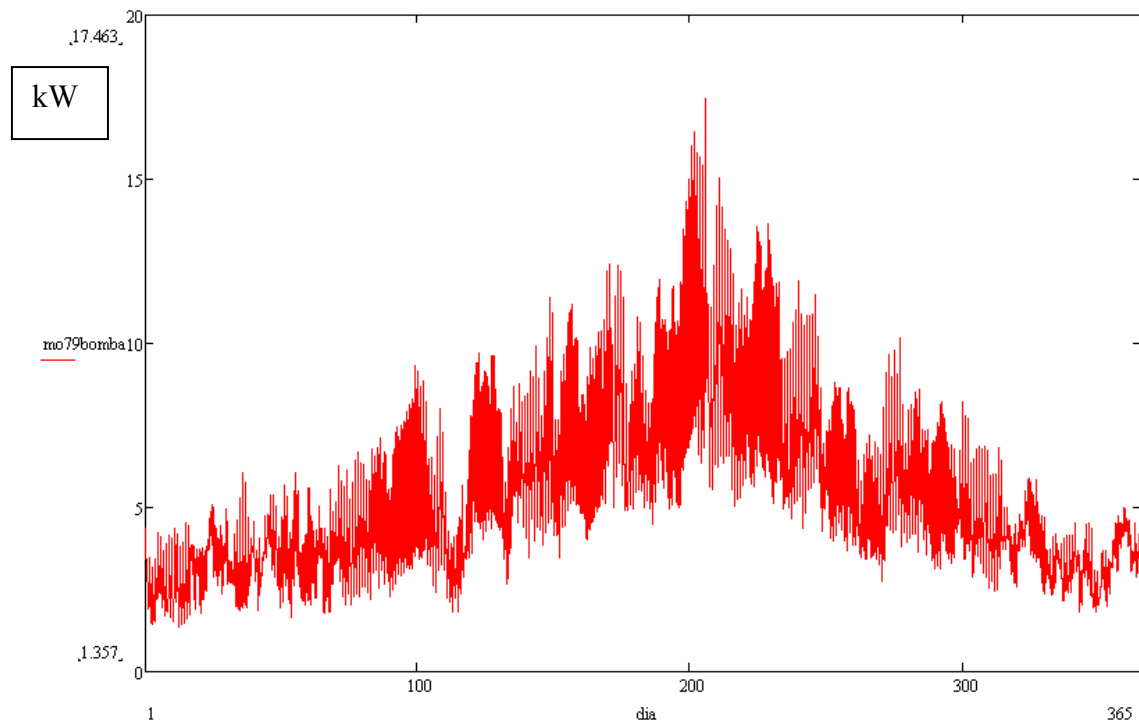


Gráfica 5.5: Consumo energético con MO29

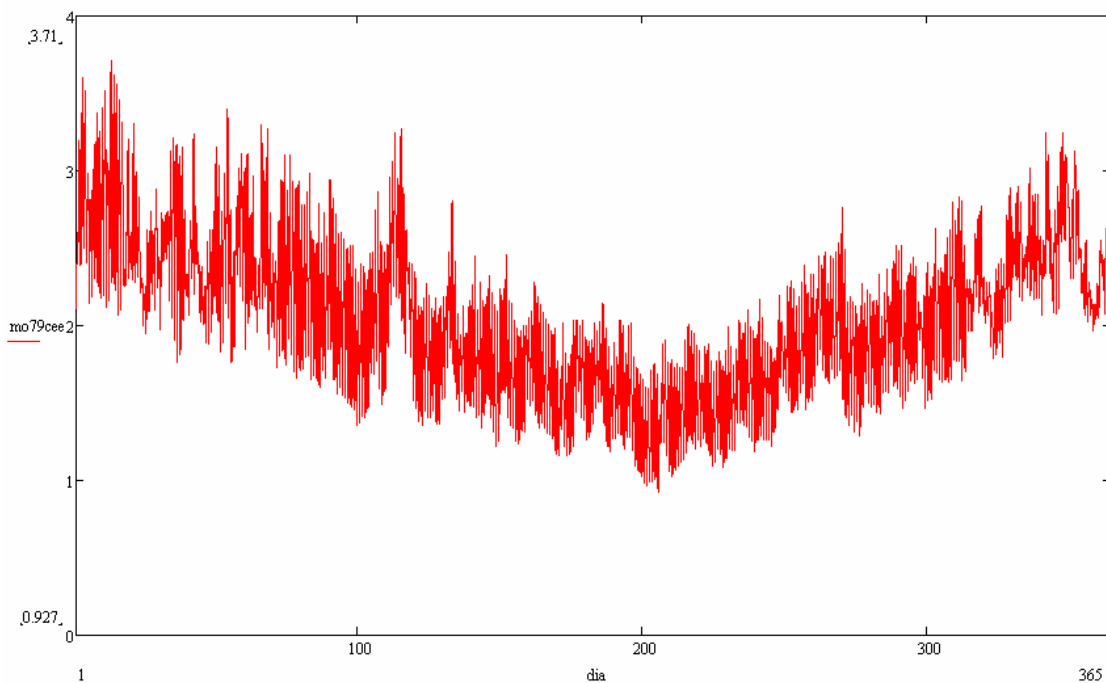


Gráfica 5.6: CEE con MO29

- MO79



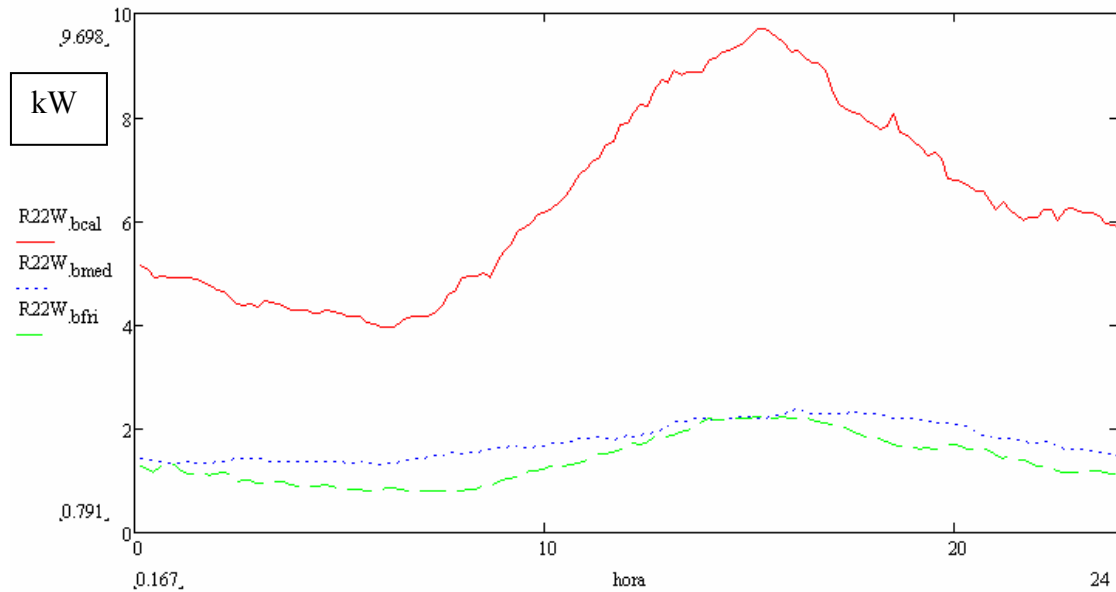
Gráfica 5.6: Consumo energético con MO79



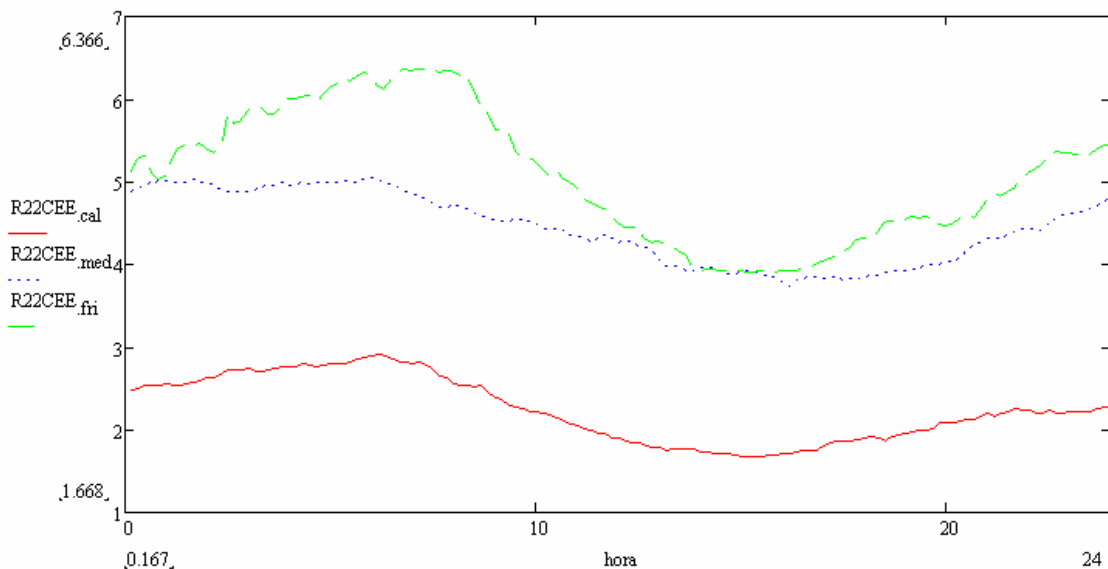
Gráfica 5.7: Consumo energético con MO79

Como es lógico, las gráficas son en apariencia iguales, y sólo varía la escala de potencia o eficiencia. Por este motivo, en las simulaciones diarias se representará en la misma curva los tres casos, y únicamente se ilustrará en esta sección el caso del R22, ya que no es necesario reflejar otras 8 gráficas iguales.

5.2. SIMULACIÓN DIARIA



Gráfica 5.8: Consumo energético con R22 para los tres días estudiados.



Gráfica 5.9: CEE con R22 para los tres días estudiados.

Se puede ver la gran diferencia entre la curva del día de máxima temperatura y el de mínima. El día intermedio presenta unos valores más constantes. Como se anticipó en el capítulo anterior, esto es debido a que los cambios de temperatura ese día no fueron tan bruscos.

5.3. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

En esta sección se explicará las funciones de cada componente, y donde proceda se indicará el tipo de elemento que más se ajusta a las características de este proyecto.

Para ilustrar mejor este capítulo, se representa el diagrama de flujo general de una instalación frigorífica:

Imagen 5.1: Diagrama de flujo de una instalación frigorífica.

5.3.1. Evaporador

Cualquier equipo de transferencia de calor (cambiador de calor) en el cual se vaporiza un refrigerante con el propósito de eliminar calor de un material o de un recinto a refrigerar recibe el nombre de evaporador. En el caso de una instalación frigorífica es el elemento productor de frío.

En la instalación frigorífica el evaporador está situado entre la válvula de expansión y la aspiración del compresor. Tiene la misión de absorber el calor del recinto a refrigerar y lo hace de la siguiente forma: el refrigerante entra al evaporador a la temperatura de ebullición correspondiente a la presión de evaporación y lo hace como vapor saturado muy húmedo. Debido a su baja temperatura (siempre inferior a la temperatura a la que se quiere mantener el recinto) absorbe calor a través de las paredes del evaporador, por lo que se evapora la fracción líquida y aumenta el título de vapor hasta llegar a vapor saturado seco a la salida del evaporador.

Su diseño y cálculo en una instalación frigorífica presenta dificultades como la elección del tipo, la elección de su emplazamiento o la disminución del coeficiente de transferencia de calor debido a la aparición de hielo.

Las características principales que debe satisfacer un evaporador son:

- Gran superficie del evaporador en contacto con el refrigerante
- El vapor debe salir saturado seco hacia el compresor
- Mínima pérdida de carga pero con una velocidad suficiente para originar una buena transferencia de calor
- Deben presentar estanqueidad
- Debe ser de construcción sencilla y precio bajo
- Debe ser resistente a la corrosión.
- Fácil limpieza y desescarche.

Los evaporadores se clasifican según los siguientes criterios:

- Método de alimentación de líquido refrigerante.
 - De expansión seca: La cantidad de líquido que entra al evaporador está limitada a la cantidad que puede ser

completamente vaporizada en el evaporador, de modo que a la salida sólo hay vapor. Generalmente para obtener una vaporización completa se hace un recalentamiento. La alimentación del líquido se realiza a través de una válvula de expansión termostática. Estos evaporadores son más eficientes cuanto mayor es la carga de trabajo. Son los más sencillos y los más habituales, por lo que para nuestro proyecto elegiremos este tipo. Este sistema suele emplearse con refrigerantes HFC.

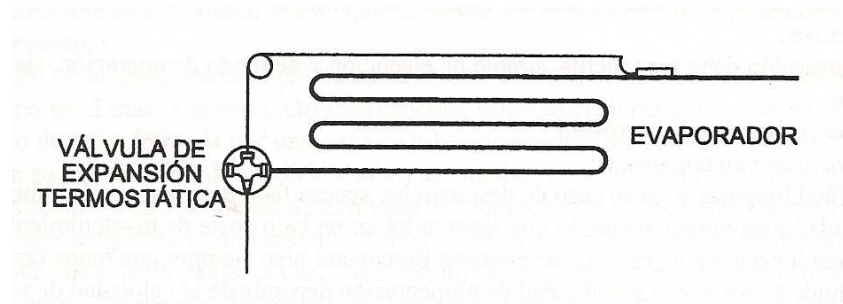


Imagen 5.1: Esquema de instalación de una válvula de expansión termostática.

- Evaporador inundado: Estos evaporadores se alimentan con una sobredosis de líquido del que solo se evapora una parte, la suficiente para satisfacer la carga térmica del instante. El resto de líquido se usa para mantener húmedas las paredes incrementando así la transferencia de calor interno y eliminando el aceite. El nivel de líquido se mantiene constante mediante una válvula de tipo flotador. El vapor generado en la expansión se separa del líquido mediante un separador de donde se extrae hacia la aspiración.

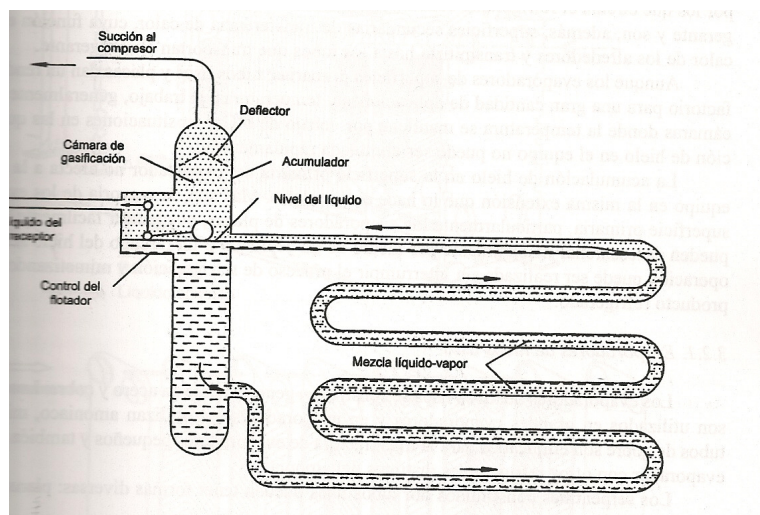


Imagen 5.2: Esquema de evaporador inundado

- Tipo de construcción:
 - De tubos lisos: Construidos generalmente de acero y cobre (acero para instalaciones grandes) Los serpentines hechos por

tubos lisos pueden formar diferentes geometrías. Suelen disponerse suspendidos del techo en cámaras de congelación

- De placas: Las placas se construyen con dos láminas de metal estampadas o soldadas, de forma que dejan entre ellas el circuito de circulación del refrigerante. Este tipo es más usado en frigoríficos y congeladores domésticos.

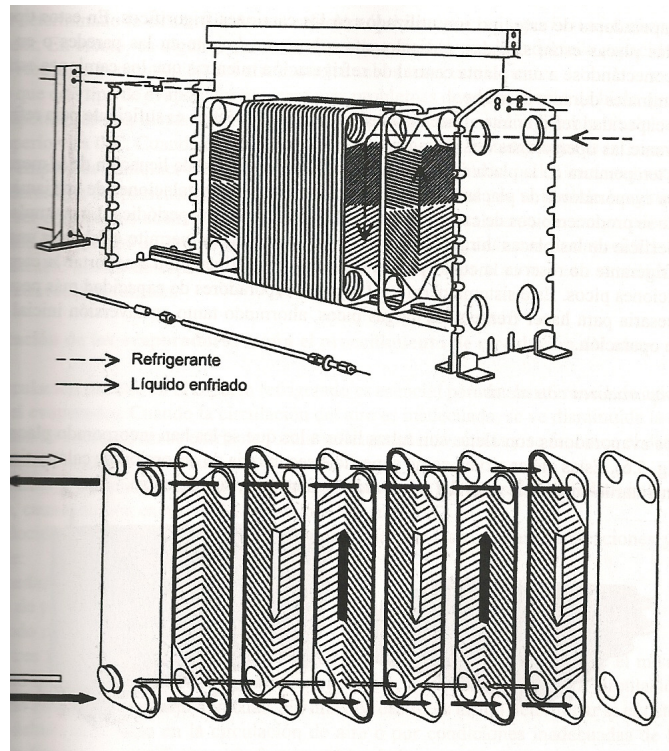


Imagen 5.3: Esquema de intercambiador de placas.

- De superficie ampliada o aletas: Son evaporadores de tubos lisos a los que se les han incorporado placas metálicas o aletas. Estas aletas sirven como superficie secundaria de absorción de calor. Tienen el inconveniente de que al acumularse el hielo se obstruyen las aletas. Si se va a trabajar a bajas temperaturas deben tener un espacio amplio entre aletas (6.5-8 mm). Suelen emplearse para temperaturas superiores a 0°C.
- Procedimiento de circulación de aire.
 - Evaporadores de convección natural: Se utilizan cuando se requiere una baja velocidad del aire y una mínima deshidratación del producto, como por ejemplo en refrigeradores domésticos o grandes almacenes frigoríficos. La velocidad de circulación del aire sobre los tubos del evaporador en la convección natural es función de la diferencia de temperaturas entre el evaporador y la estancia, a mayor diferencia mayor velocidad. A la convección natural también afectan otros parámetros como la forma y localización del aparato, el uso de deflectores y la situación del producto a

refrigerar. Los evaporadores deben situarse próximos al techo pero es necesario dejar un espacio para permitir la libre circulación de aire sobre la parte superior de los tubos. Tienen por inconvenientes el bajo coeficiente de transmisión de calor o la deficiente distribución de temperatura del recinto.

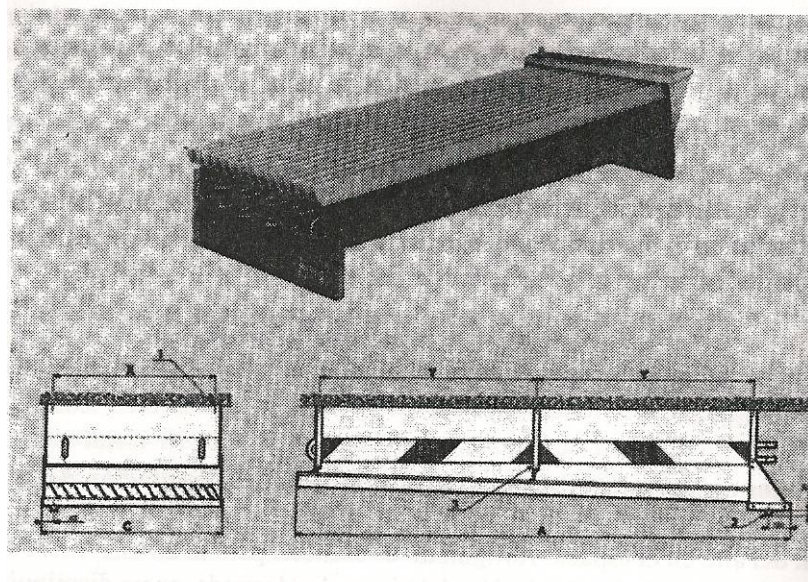


Imagen 5.4: Evaporador de convección natural.

- Evaporadores de convección forzada: Son esencialmente tubos lisos con aletas situados en el interior de una carcasa y equipados con uno o más ventiladores para suministrar la circulación del aire. La velocidad del aire debe ser mantenida entre 1-2.5 m/s. Son los más habituales.

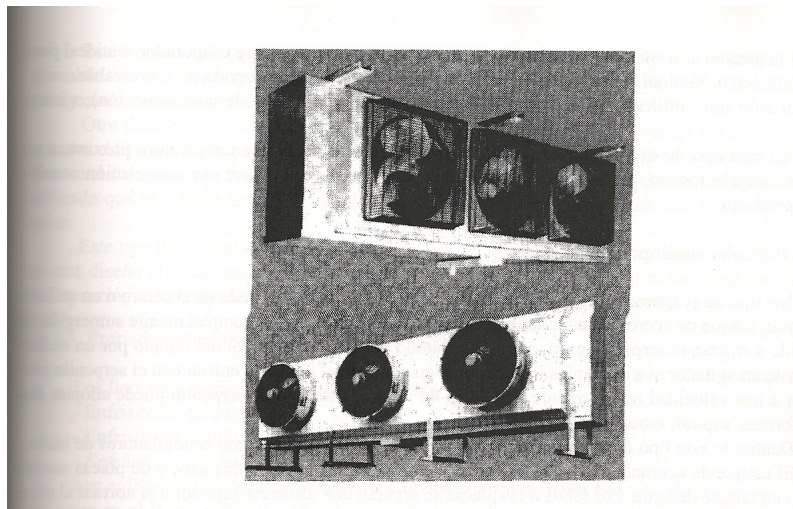


Imagen 5.5: Evaporador de aire por convección forzada.

- Según la aplicación:
 - Enfriadores de líquido.
 - Enfriadores de aire

- De aire seco: Aquellos en los que el aire y el fluido frigorígeno intercambian calor de forma indirecta (existe una pared de separación)
- De aire húmedos: El aire está en contacto con el medio refrigerante, normalmente agua.

5.3.2. Condensador

La licuación del refrigerante gaseoso, es decir de los gases a la salida del compresor, es llevada a cabo en el condensador. Es el lugar de la instalación donde se produce la eliminación de calor. La carga del condensador siempre será superior a la del evaporador, en una cantidad igual al trabajo de compresión. Dentro del condensador, el refrigerante evoluciona a través de tres fases. La primera, a la salida del compresor, el refrigerante se encuentra como vapor sobrecalentado, que se enfría a presión constante hasta la temperatura de saturación. Entonces pasa a una segunda fase en la que el refrigerante se encuentra en saturación, aumentando la fracción de líquido. Por último se puede dar el caso en el que se produzca un subenfriamiento. Este subenfriamiento se aconseja para mejorar la producción frigorífica.

Los condensadores pueden clasificarse en función del medio refrigerante empleado:

- Condensadores enfriados por agua: Se clasifican a su vez en dos categorías:
 - Sistemas en los que el agua de enfriamiento no es recirculada: El agua tras atravesar el condensador es devuelta a la red de desagüe. Este sistema puede llegar a ser ilegal debido al desperdicio de agua.
 - Sistemas que reutilizan el agua de enfriamiento: En estos sistemas el agua que abandona el condensador es bombeada hacia una torre de enfriamiento donde la temperatura del agua es reducida hasta la temperatura de entrada de la misma al condensador. Estos condensadores corresponderían a los de tipo torre de refrigeración, que debido a su consumo de agua (parte del agua se evapora) no será usado en este proyecto.

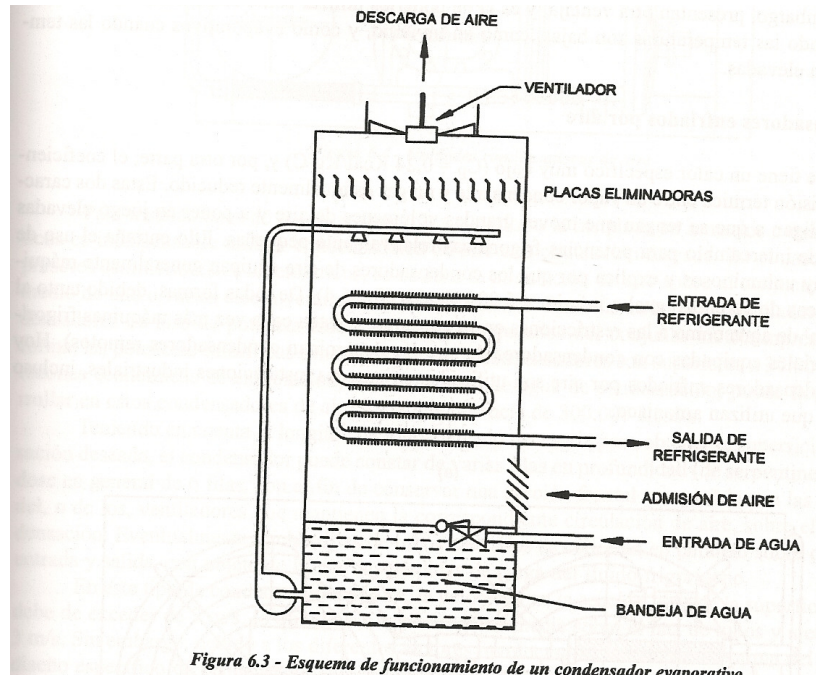


Figura 6.3 - Esquema de funcionamiento de un condensador evaporativo
Imagen 5.6: Torre de refrigeración.

- Condensadores enfriados por aire: El aire tiene un calor específico muy bajo y el coeficiente de transferencia de calor entre un vapor y un gas también es reducido. Estas dos características obligan a mover grandes volúmenes de aire y emplear grandes superficies. Peso a ello, es preferible asumir estos inconvenientes a afrontar un gasto constante de agua, tanto desde el punto de vista económico como ambiental. Por todo ello será este tipo de condensador el que se instalará. Para potencias superiores a aparatos domésticos, es imprescindible utilizar circulación de aire forzada (ventiladores).

Los condensadores pueden clasificarse por su construcción de modo similar a los evaporadores, por lo que no se volverá a enumerar los tipos.

5.3.3. Compresor

En una instalación frigorífica se da el nombre de compresor a la máquina que sirve para producir en el evaporador una presión suficientemente baja para que se vaporice el refrigerante, y en el condensador una presión suficientemente alta. Un buen condensador debe responder a las siguientes exigencias esenciales:

- Bajo consumo energético.
- Dimensiones reducidas.
- Gran fiabilidad y durabilidad
- Nivel adecuado de seguridad.
- Emisiones sonoras débiles.
- Costes de fabricación y mantenimiento poco elevados.

Se puede dar la siguiente clasificación para los compresores:

- Compresores alternativos: Son aquellos en los que la compresión se realiza mediante el desplazamiento periódico de un elemento móvil reduciendo el volumen y por tanto comprimiendo el refrigerante.

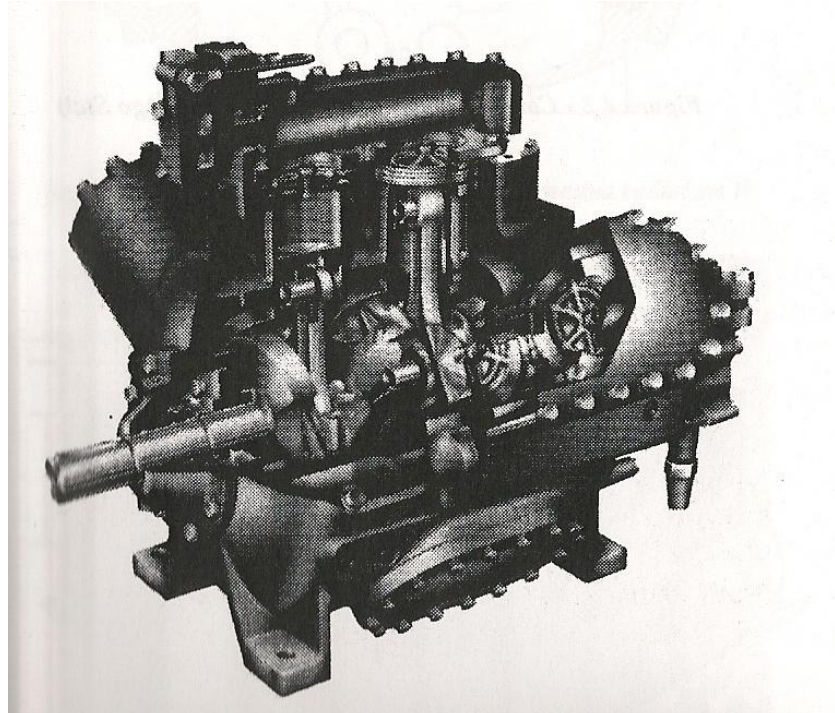


Imagen 5.7: Compresor alternativo.

- Según las caras activas del émbolo
 - De simple efecto
 - De doble efecto
 - Según la dirección de movimiento del émbolo:
 - Horizontales
 - Verticales
 - Radiales (en V o W)
 - Según la estanqueidad:
 - De cárter cerrado
 - De cárter abierto
- Compresores rotativos: En este tipo de compresor el fluido es comprimido por el efecto de rotación de un móvil.
 - De paletas: Constituidos por un rotor ranurado con varias paletas.
 - De excéntrica: Consisten en un rodillo cilíndrico de acero que gira sobre un eje excéntrico.

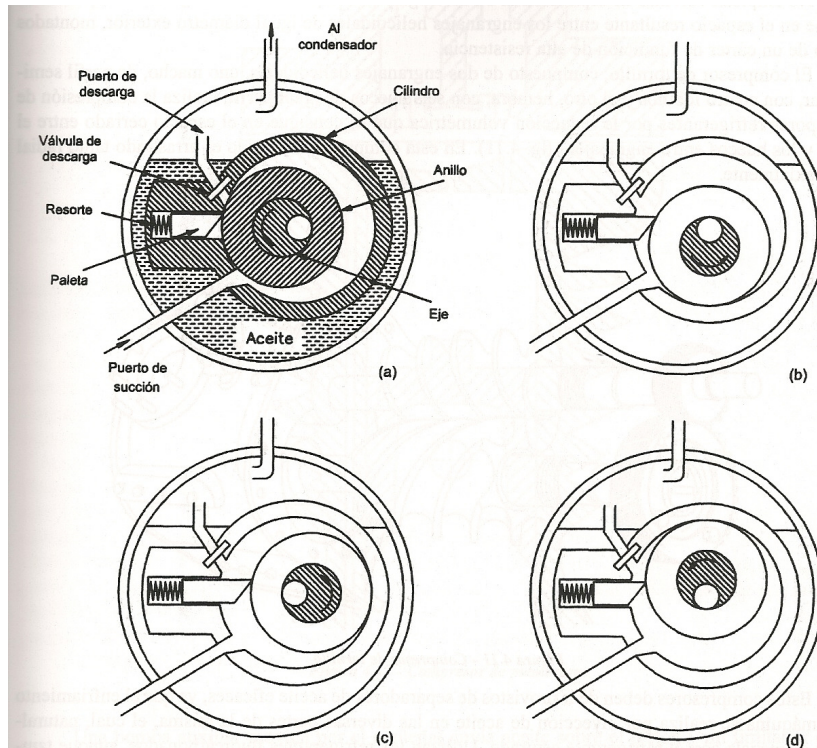


Imagen 5.8: Esquema de funcionamiento de un compresor rotativo.

- Otros tipos:
 - De tornillo: Un tornillo sinfín es el encargado de comprimir el refrigerante.

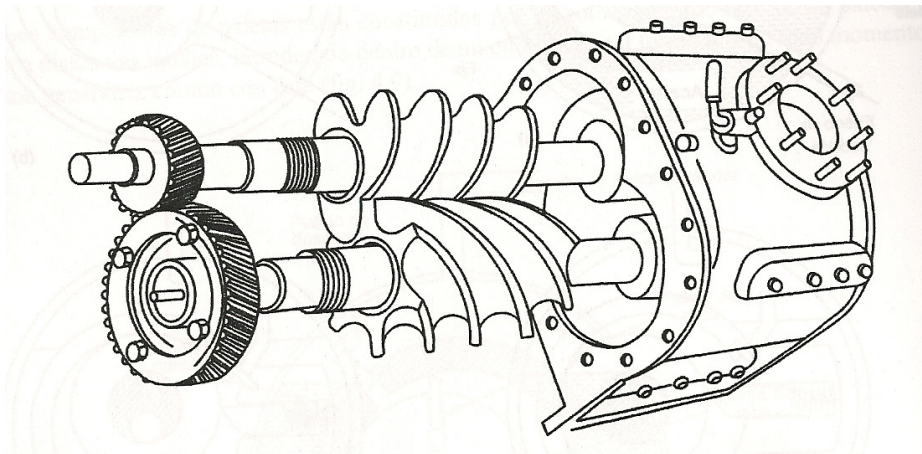


Imagen 5.9: Compresor de tornillo.

- Compresores dinámicos:
 - Centrífugos
 - Axiales

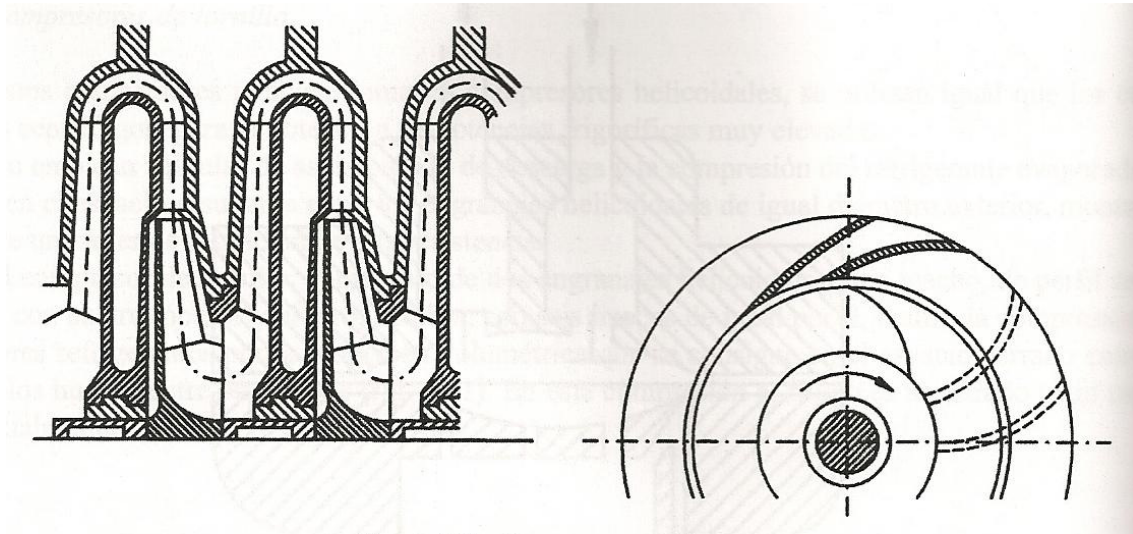


Imagen 5.10: Compresor centrífugo

Los tres primeros grupos son también englobados bajo el nombre de compresores de desplazamiento positivo. En ellos, el refrigerante sufre una verdadera compresión mecánica. En cambio, en los compresores dinámicos la compresión se realiza por medio de la fuerza centrífuga.

Aparte de esta clasificación, los compresores pueden ser abiertos, herméticos, o semiherméticos. En un compresor abierto, el compresor (por ejemplo, el pistón) y el motor de accionamiento están claramente diferenciados en carcasas diferentes. Es hermético si ambos cuerpos están en la misma carcasa. En este tipo de compresores, los bobinados del motor deben estar preparados para ponerse en contacto tanto con refrigerante como con aceite. Un compresor semihermético se diferencia de un hermético en que la carcasa es accesible desde el exterior.

Se seleccionará el compresor de acuerdo a la potencia máxima calculada para cada refrigerante. De este modo estamos garantizando que en el peor de los casos (máxima temperatura exterior) el compresor que se ha seleccionado será suficiente para mantener la temperatura en el recinto sin que se rompa la cadena de frío.

5.3.4. Válvula de expansión y sistema de control

A continuación se pasa a tratar el sistema de control de carga de la cámara.

En sistemas donde los cambios en la carga varían poco respecto a su valor medio, ésta se podría regular con un sistema cíclico arranque-paro. Cuando los cambios en la carga si son significativos es necesario instalar sistemas de regulación, automáticos o manuales.

Los dos elementos del sistema frigorífico que van a permitir la regulación son el evaporador y el compresor.

El control del evaporador implica normalmente dividir el mismo en varios circuitos aislados y cerrar o abrir parte de los mismos en función de la carga.

Otra opción, en los casos en los que el evaporador sea de aire, de flujo forzado, es operar sobre la velocidad de los ventiladores, o mediante deflectores.

En el caso de los compresores, se puede variar la velocidad del motor accionador (si es alternativo) o bien descargar algunos pistones (abriendo por ejemplo la válvula de admisión durante la carrera de compresión)

En este proyecto se ha basado la variación de la carga en una variación del flujo de refrigerante. Esta variación se controla principalmente en la válvula de expansión del circuito, ya que es el único punto que permite tener control sobre el caudal. Se pueden distinguir los siguientes tipos de válvulas de expansión:

- Manual: Consiste simplemente en una válvula de aguja que se abre o cierra manualmente. Lógicamente este sistema no responde automáticamente a cambios de carga.
- Automática: Son válvulas que mantienen la presión constante en el evaporador, y basan su control en inundar más o menos la superficie del mismo. Consisten en un diafragma y un muelle. La presión que el evaporador hace sobre el diafragma es compensada con la del muelle, que a su vez abre más o menos la salida de refrigerante. La presión del evaporador mueve la válvula en dirección de cierre y el muelle en dirección de apertura. Se ajusta el muelle para una presión determinada y en el caso de que la presión del evaporador decaiga (cae la carga) el muelle automáticamente abre un poco más la salida de refrigerante. El mayor inconveniente es su baja eficiencia basándose en el principio de presión constante en el evaporador. Una variación de carga al alza importante podría provocar una sobrealimentación del evaporador, lo que resultaría en una entrada de líquido al compresor. Es recomendable para pequeños equipos.

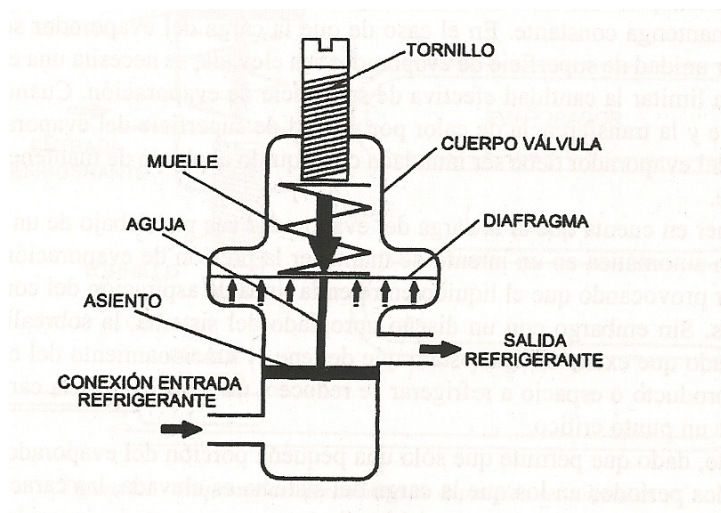


Imagen 5.11: Válvula de expansión automática

- Expansión termostática: Es una de las más usadas. Tiene un funcionamiento similar a la automática, solo que la presión que ejerce el evaporador no sólo se transmite directamente, sino que además lo hace a través del aire de un bulbo conectado a la salida del evaporador. Este bulbo está cargado con el mismo refrigerante de la instalación y responde a los cambios de temperatura de la salida del evaporador. La válvula permanecerá en equilibrio hasta que un cambio en la aspiración (variación de carga) desequilibre el sistema.

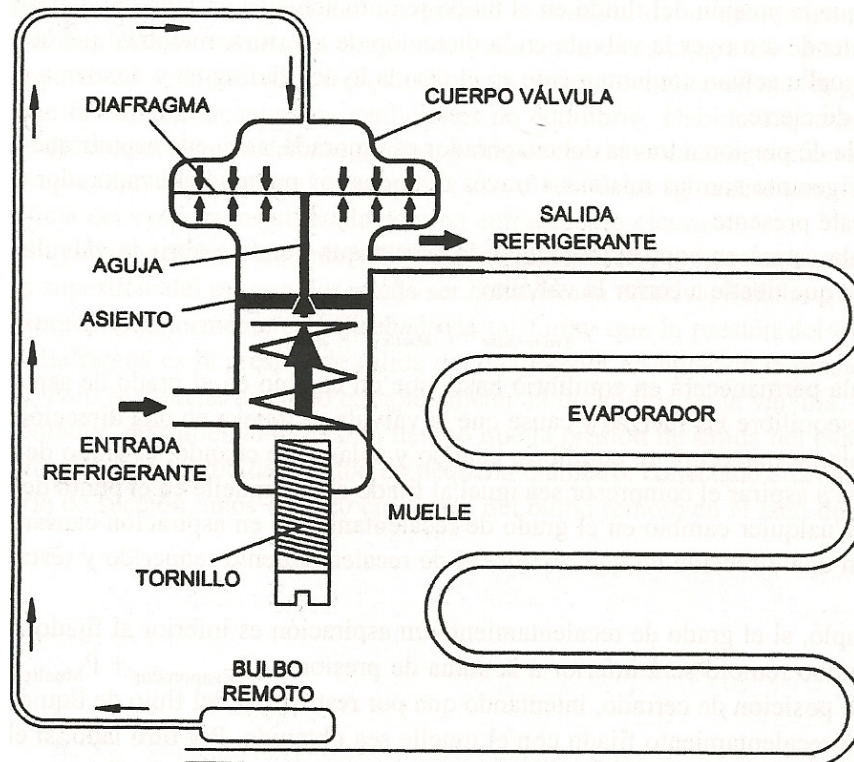


Imagen 5.12: Válvula de expansión termostática.

- Expansión termostática equilibrado exteriormente: Similares a las anteriores, solo que además de conectar la salida del evaporador a través de un bulbo, también lo hace directamente a través de un capilar, pudiendo así compensar la pérdida de carga en el evaporador

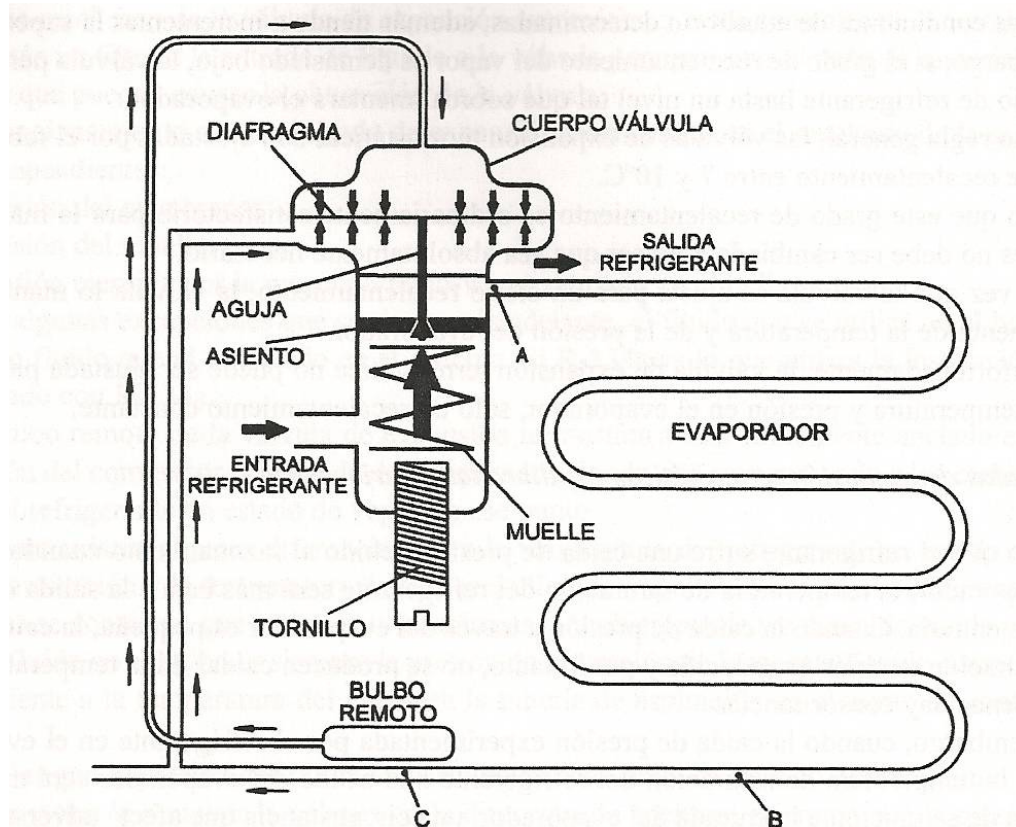


Imagen 5.13: Válvula de expansión termostática equilibrada externamente.

- Tubo capilar: Es el sistema más sencillo y consiste en un tubo de pequeño diámetro y longitud prefijada que genera la expansión por la pérdida de carga.
- Sistemas electrónicos

No pertenece al interés de este proyecto enumerar otros sistemas. La válvula de expansión se elegirá en función de catálogo de fabricante.

5.4. SELECCIÓN DE COMPONENTES

Como se anticipó en el apartado del cálculo con temperatura fija, se ha tenido que esperar a tener todos los resultados de la simulación para poder hacer la selección de componentes.

Esta selección se hará en función a los valores máximos de cada caso. De este modo se podrán apreciar las diferencias en las especificaciones de los componentes que generaría usar refrigerantes diferentes. A continuación se presenta una tabla que resume estos parámetros máximos de operación:

	R22	R404A	MO29	MO79
P_{evap}	171,55	221,7875	191,5075	223,9475
P_{cond}	2158,9094	2553,6039	2313,3346	2596,822939
π	14,68	13,43	14,0928	13,52829017
M_{refrig}	0,123168105	0,218943	0,219	0,191574927
Q_{cond}	23,16322	31,74583	30,6948	28,75376789
Q_{evap} (kW)	16,18070185	16,18070185	16,18070185	16,18070185
$W_{\text{bombareal}}$	9,697940078	21,6182307	14,514	17,46259172

Tabla 5.2: Valores máximos obtenidos en las simulaciones.

Como puede observarse, los valores máximos más bajos se obtienen usando R22, de lo que se puede deducir que una instalación que use R22 requeriría unos componentes menos exigentes y por tanto más baratos. Podemos centrarnos en cada parámetro:

- La presión de evaporación va a ser el parámetro discriminador para la selección del evaporador, ya que la máxima carga del evaporador corresponde a la máxima carga térmica. Se puede apreciar que la presión más baja se da para el R22. En una franja superior de presiones (sobre 50 kPa más que usando R22) están el R404a y el MO79. Puede verse así que la mayor diferencia de presiones es de media atmósfera. Este valor no es lo suficientemente grande para considerar evaporadores distintos.
- La presión de condensación sigue un patrón semejante. La más baja corresponde al R22, a continuación el MO29 y las presiones más altas son para el R404A y el MO79. La diferencia de presiones entre usar R22 y usar MO79 es aproximadamente 400 kPa, 4 atmósferas, diferencia sustancial que puede llevar a considerar emplear modelos distintos.
- La potencia del condensador no sigue el mismo esquema que la presión. La menor potencia se da para el R22. Aproximadamente 5 kW mayor es la potencia que habría que instalar al usar MO79. Entre 8 y 9 kW más de potencia, respecto al R22, habría que instalar de usar R404A o MO29.
- En cuanto a caudal de refrigerante en la instalación podemos distinguir dos grupos; refrigerante R22 y el resto de refrigerantes, que requerirían casi el doble de caudal.
- La relación de compresión es muy semejante entre todos los refrigerantes.
- Una discusión más exhaustiva requiere el parámetro consumo de la bomba. Claramente, el consumo más bajo se da usando R22. En cuanto a economía de consumo, el siguiente refrigerante más conveniente es el MO29. El consumo más alto se daría de usar R404A.

Antes de acudir a los catálogos de los fabricantes, es muy práctico confeccionar una hoja de especificaciones de cada componente, de forma que queden perfectamente resumidos los parámetros de operación.

A continuación se facilitan las hojas de especificaciones confeccionadas para la selección de componentes para la cámara frigorífica:

Evaporador				
Refrigerante	R22	R404A	MO29	MO79
Potencia (kW)	16.18	16.18	16.18	16.18
Presión absoluta (MPa)	171.55	221.7875	191.5075	223.9475
Pérdida de carga (MPa)	17.1	22.2	19.15075	22.39475
Recalentamiento (°C)	5	5	5	5
Caudal máximo (kg/s)	0.123	0.218943	0.219	0.192
Temperatura (°C)	-25	-25	-25	-25

Condensador				
Refrigerante	R22	R404a	MO29	MO79
Potencia (kW)	23.16	31.74583	30.6948	28.75
Presión absoluta (MPa)	2158.9094	2553.6039	2313.3346	2596.82
Pérdida de carga (MPa)	107	127.7	115.67	129.84
Subenfriamiento (°C)	5	5	5	5
Caudal máximo (kg/s)	0.123	0.218943	0.219	0.192
Temperatura (°C)	55.4	55.4	55.4	55.4

Compresor				
Refrigerante	R22	R404a	MO29	MO79
Potencia (kW)	9.698	16.18070185	16.18	16.18
Presión aspiración (MPa)	154.4	221.7875	172.36	201.55275
Presión descarga (MPa)	2266.4	2681.28414	2429	2726.66
Max. rel. de compresión	14.68	13.4	14.1	13.5
Caudal máximo (kg/s)	0.123	0.218943	0.219	0.192

Válvula de expansión				
Refrigerante	R22	R404a	MO29	MO79
Presión cond (MPa)	2158.9094	2553.603943	2313.3346	2596.82
Presión evap (MPa)	171.55	221.7875	191.5075	223.9475
Caudal máximo (kg/s)	0.123	0.218943	0.219	0.192

Aceite				
Refrigerante	R22	R404a	MO29	MO79
Tipo	AB/MO	POE	AB/MO/POE	AB/MO/POE

Tabla 5.13: Hoja de especificaciones.

Todos los componentes se adquirirán a través del distribuidor Disco, que comercializa en España componentes de fabricantes como Copeland (compresores), Friga-Bohn (Evaporadores y compresores), o Kobol (Condensadores). Para ilustrar el proceso de selección de componentes sobre catálogo se desarrollará el ejemplo del evaporador. Para los siguientes componentes se citará el modelo seleccionado. En todos los casos se adjuntará como anexo las páginas del catálogo del distribuidor.

- Evaporador: El distribuidor pone a nuestro alcance toda la gama del distribuidor Friga-Bohn. El catálogo del fabricante se organiza de mayor a menor potencia. Cada modelo tiene a su vez varios modelos que van en función de la temperatura y a su vez una última división según la potencia. Independientemente de esta clasificación, se puede elegir entre dos pasos de aleta, 4.23 mm y 6.35 mm. Se elegirá el modelo de 6.35 mm ya que al trabajar a bajas temperaturas es preferible elegir pasos de aleta grandes para evitar los peligros de bloqueo de circulación de aire por acumulación de hielo. La bibliografía recomienda un espaciado entre aletas de 6,5 a 8 mm. Se comenzará eligiendo un evaporador de la gama SKB, que comprende potencias de 6.5 a 29.5 kW. La carcasa es de chapa de acero galvanizado y precalada en blanco para una fácil limpieza. Los ventiladores son helicoidales de 450 mm de diámetro, 1500 rpm, 400 V, 50 Hz.



Imagen 5.14: Evaporador de la serie SKB

La siguiente tabla está extraída del catálogo del distribuidor y facilita la elección del modelo dentro de la gama en función de la temperatura de evaporación y el paso de aletas:

Paso Aletas	+10°C...+2°C	+2°C...-5°C	-10°C...-21°C
4,23	SKB...R	SKB..R-ELK/E1K	SKB..E
6,35	SKB...L	SKB..L-ELK/E1K	SKB..C

Tabla 5.14: Tabla resumen para elección de modelos

Según esta tabla, hay que elegir un evaporador modelo SKB..C. Acudimos a la tabla correspondiente:

Aplicación congelados de -10 a -25°C		Rendimientos con R-404A			Paso Aletas 6,35 mm		[MODELO ...]
Modelo	SKB..C	05	08	10	12	15	19
Precio €		2.410,00	2.900,00	3.180,00	3.840,00	4.160,00	5.810,00
Capdad. Nominal DT1 = 7K Tc -18°C SC3	W	5.240	8.050	10.650	12.380	16.090	20.170
Capdad. Nominal DT1 = 6K Tc -25°C SC4	W	4.170	6.630	8.530	9.870	12.890	16.070
Superficie	m ²	19,5	26	39	39	60	73
Volumen Circuito	dm ³	4,92	6,71	9,84	9,92	14,55	18,83
Caudal Aire	m ³ /h	4.000	8.600	8.000	12.900	12.000	15.600

Tabla 5.15: Tabla de selección para la gama SKB modelos C

Además de figurar el precio, se puede observar en la cuarta fila la potencia o capacidad nominal. Hay que tener especial cuidado en elegir el evaporador de acuerdo a las condiciones de operación de nuestra instalación. Se recuerda que la diferencia de temperaturas, llamada en la tabla DT1 es la diferencia entre el aire ambiente (-20°C) y la temperatura del refrigerante en el interior del evaporador (-5°C). En esta tabla se seguiría la cuarta fila. Obsérvese que la potencia máxima no es capaz de satisfacer nuestra demanda máxima. Por tanto, se pasa a la siguiente gama, la NK.

La gama NK está destinada a aplicaciones industriales tanto de refrigeración como de congelación. Cubren un rango de 6 kW a 321 kW. El tipo de aplicación a la que estará destinado repercute en la selección entre dos ramas de modelos, aletas tipo H de alto rendimiento para productos envasados o donde la humedad ambiente no tiene que ser controlada, y aletas tipo T de gran superficie de intercambio que limita la deshidratación del producto. Se elegirá este último tipo, ya que no es variable de diseño que el producto entre embalado. La bandeja principal está construida en chapa galvanizada y precalada, pintada en pintura epoxy blanca, fácilmente desmontable para tareas de mantenimiento. Estos modelos llevan montado el sistema de desescarche y se da como opción incorporar sistemas de control para el mismo. Del catálogo del distribuidor se ha extraído la siguiente tabla, que es la que más se ajusta a este proyecto:

Aplicación Congelados

Rendimientos con R-404A

Paso Aletas 9 mm

[MODELO ...]

Modelo	Precio €	Capac Nominal Dt ₁ =7K kW SC3	Capac Nominal Dt ₁ =6K kW SC4	Superf. m ²	Vol. inter. dm ³	Caudal aire m ³ /h	Proy. aire (3) m	Ventil. (4) N° x D	Dimensiones mm			Conexiones		Peso kg	Resist. deses. 400V / 3		
									Largo	Alto	Ancho	Entrada "	Salida "		N°	W	A
NKT 2x4D A2 S	4.020,00	9,3	7,1	56,0	21,9	10.400	19	2 x 450	2.015	735	700	5/8"	1 3/8"	160	6	9.000	13,0
NKT 2x4D A3 S	4.640,00	11,2	8,6	74,6	29,2	9.900	18	2 x 450	2.015	735	700	5/8"	1 3/8"	180	9	13.500	19,5
NKT 1x6D B2 S	4.430,00	12,3	9,3	70,0	27,4	14.800	37	1 x 630	1.665	1.170	900	5/8"	1 3/8"	190	9	10.350	14,9
NKT 3x4D A2 S	5.580,00	14,1	10,8	84,0	32,9	15.600	23	3 x 450	2.815	735	700	1 1/8"	1 5/8"	220	6	13.200	19,1
NKT 1x6D B3 S	5.020,00	15,0	11,4	93,3	36,5	14.250	35	1 x 630	1.665	1.170	900	7/8"	1 5/8"	220	12	13.800	19,9
NKT 3x4D A3 S	6.230,00	16,9	13,0	111,9	43,8	14.850	21	3 x 450	2.815	735	700	1 1/8"	2 1/8"	250	9	19.800	28,6
NKT 1x6D B4 S	5.630,00	17,2	13,2	116,6	45,6	13.800	34	1 x 630	1.665	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	240	15	17.250	24,9
NKT 1x8D C2 S	6.220,00	18,7	14,3	111,9	43,8	21.100	41	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 1/8"	2 1/8"	280	9	13.500	19,5
NKT 2x6Y B2 S	7.350,00	22,0	16,9	139,9	54,8	22.400	29	2 x 630	2.865	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	330	9	19.800	28,6
NKT 1x8D C3 S	7.120,00	22,6	17,4	149,2	58,4	20.100	39	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 1/8"	2 1/8"	320	12	18.000	26,0
NKT 2x6D B2 S	6.980,00	25,1	19,1	139,9	54,8	29.600	38	2 x 630	2.865	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	330	9	19.800	28,6
NKT 2x6D B3 S	7.960,00	30,6	23,4	186,6	73,0	28.500	37	2 x 630	2.865	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	370	12	26.400	38,1
NKT 2x6D B4 S	9.230,00	35,0	26,9	233,2	91,3	27.600	36	2 x 630	2.865	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	410	15	33.000	47,6
NKT 3x6D B2 S	9.930,00	38,0	29,0	209,9	82,2	44.400	45	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	470	9	29.250	42,2
NKT 2x8D C2 S	10.720,00	38,0	29,1	223,9	87,6	42.200	42	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	500	9	26.100	37,7
NKT 3x6D B3 S	11.240,00	45,6	35,0	279,8	109,5	42.750	43	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	530	12	39.000	56,3
NKT 2x8D C3 S	12.160,00	45,9	35,3	298,5	116,8	40.200	40	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	560	12	34.800	50,2
NKT 4x6D B2 S	12.740,00	50,5	38,6	279,8	109,5	59.200	50	4 x 630	5.265	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	610	9	38.700	55,9
NKT 3x6D B4 S	12.990,00	51,7	39,9	349,8	136,9	41.400	42	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	590	15	48.750	70,4
NKT 3x8D C2 S	15.010,00	57,2	43,8	335,8	131,4	63.300	49	3 x 800	5.315	1.425	1.060	2x1 3/8"	2x2 1/8"	710	9	38.700	55,9
NKT 4x6D B3 S	14.780,00	61,2	47,0	373,1	146,0	57.000	48	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 5/8"	2x2 1/8"	690	12	51.600	74,5
NKT 3x8D C3 S	17.300,00	68,6	52,8	447,7	175,3	60.300	47	3 x 800	5.315	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 5/8"	800	12	51.600	74,5
NKT 4x6D B4 S	17.350,00	70,5	53,7	466,4	182,6	55.200	47	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 5/8"	2x2 5/8"	770	15	64.500	93,1
NKT 4x8D C2 S	19.420,00	77,3	59,2	447,7	175,2	84.400	55	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 3/8"	2x2 5/8"	910	9	51.300	74,0
NKT 4x8D C3 S	22.330,00	92,6	71,3	597,0	233,7	80.400	53	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 5/8"	1.030	12	68.400	98,7

★NOTA: Rendimientos con R-404A, DT₁= 7K, SC3.
Rendimientos con R-404A, DT₁= 6K, SC4.
Para opcionales ver página 21.

(3) Proyección de aire efectiva cuando la forma de carga de la cámara lo permite.

(4) Ventiladores: 450 ⇒ 400V/3/50-60Hz 610W /1,15 A (D) 410W/0,72 A (Y).
630 ⇒ 400V/3/50Hz 1.900W /3,20 A (D) 1.200W/1,95 A (Y).
800 ⇒ 400V/3/50Hz 2.000W /4,00 A (D) 1.250W/2,30 A (Y).

Tabla 5.16: Tabla de selección de componentes de la serie NKT

Se elegirá el modelo **NKT 1x8D C3S**. No es el modelo que por potencia más se ajusta a este proyecto, pero es más económico que el modelo que le precede en potencia, y además, observando la siguiente tabla se puede ver cómo este modelo sólo tiene un ventilador de 800 mm de diámetro, con un consumo de 2 kW, mientras que el modelo anterior tiene 2 ventiladores de diámetro 630 con un consumo total de 3,8 kW eléctricos. Esta elección supone un menor consumo eléctrico en el ventilador del evaporador, lo que tiene ventajas tanto económicas como ambientales. Esta selección no dependerá del refrigerante empleado. Es necesario señalar que los rendimientos indicados en estas tablas se han obtenido usando R404A. El fabricante da una tabla de factores de corrección en función del refrigerante usado, pero como esta tabla no contempla todos los refrigerantes de este proyecto, no será empleada.

- Condensador: Se seleccionará el condensador en función de las potencias máximas de condensación. Recordemos que éstas estarán entre un mínimo (23,2 kW con R22) y un máximo (31,7 kW con R404A). De los fabricantes que pone a nuestra disposición el distribuidor se elegirá de nuevo Friga-Bohn, y modelos de la gama WA que es la más económica.



Imagen 5.15: Condensador de la gama WA

Se muestra la tabla de modelos:

Modelo	Precio €	Potencia kW Dt=15K	Superf. m ²	Ventilador		Nivel sonoro 10 m dB(A)
				Nº	Diam. mm	
WA-10-08/12P E	1.250,00	7,49	17,50	1	500	27
WA-13-08/12P E	1.360,00	8,77	26,25	1	500	27
WA-10-08/12P T	1.250,00	8,83	17,50	1	500	33
WA-14-08/12P E	1.470,00	9,14	35,00	1	500	27
WA-13-08/12P T	1.360,00	10,60	26,25	1	500	33
WA-14-08/12P T	1.470,00	11,28	35,00	1	500	33
WA-15-04/06P E	1.250,00	11,56	17,50	1	500	50
WA-15-04/06P T	1.250,00	12,66	17,50	1	500	52
WA-19-04/06P E	1.360,00	14,66	26,25	1	500	47
WA-21-08/12P E	1.990,00	14,98	35,00	2	500	30
WA-22-04/06P E	1.470,00	16,09	35,00	1	500	47
WA-19-04/06P T	1.360,00	16,53	26,25	1	500	52
WA-23-12/16P E	2.620,00	16,59	71,60	2	630	26
WA-24-12/16P E	2.830,00	16,76	95,40	2	630	26
WA-26-08/12P E	2.250,00	17,55	52,50	2	500	30
WA-21-08/12P T	1.990,00	17,65	35,00	2	500	36
WA-27-08/12P E	2.500,00	18,28	70,00	2	500	30
WA-22-04/06P T	1.470,00	18,76	35,00	1	500	52
WA-26-08/12P T	2.250,00	21,19	52,50	2	500	36
WA-23-12/16P T	2.620,00	21,80	71,60	2	630	33
WA-24-12/16P T	2.830,00	22,44	95,40	2	630	33
WA-32-08/12P E	2.760,00	22,48	52,50	3	500	32
WA-27-08/12P T	2.500,00	22,57	70,00	2	500	36
WA-30-04/06P E	1.990,00	23,11	35,00	2	500	50
WA-28-12/16P E	4.350,00	24,88	107,40	3	630	28
WA-29-12/16P E	4.750,00	25,13	143,10	3	630	28
WA-30-04/06P T	1.990,00	25,32	35,00	2	500	55
WA-34-08/12P E	2.620,00	25,86	71,60	2	630	36
WA-37-08/12P E	3.020,00	26,32	78,75	3	500	32
WA-32-08/12P T	2.760,00	26,48	52,50	3	500	38
WA-36-08/12P E	2.830,00	26,63	95,40	2	630	36
WA-40-08/12P E	3.280,00	27,42	105,00	3	500	32
WA-39-04/06P E	2.250,00	29,32	52,50	2	500	50
WA-2x21-08/12P E	3.980,00	29,96	70,00	4	500	33
WA-37-08/12P T	3.020,00	31,79	78,75	3	500	38
WA-44-04/06P E	2.500,00	32,18	70,00	2	500	50
WA-28-12/16P T	4.350,00	32,70	107,40	3	630	35
WA-39-04/06P T	2.250,00	33,05	52,50	2	500	55
WA-2x23-12/16P E	5.230,00	33,18	143,20	4	630	29
WA-2x24-12/16P E	5.670,00	33,52	190,80	4	630	29
WA-29-12/16P T	4.750,00	33,67	143,10	3	630	35
WA-40-08/12P T	3.280,00	33,85	105,00	3	500	38
WA-34-08/12P T	2.620,00	34,53	71,60	2	630	44
WA-48-04/06P E	2.760,00	34,67	52,50	3	500	52
WA-41-06/08P E	2.620,00	35,09	71,60	2	630	45

Tabla 5.16: Tabla de selección de modelo de la gama WA

En este caso si se pueden seleccionar componentes distintos en función del refrigerante empleado. En la siguiente tabla se muestra el modelo que sería recomendable emplear con cada refrigerante, el precio y la diferencia de precio respecto al más económico:

Refrigerante	Modelo	Precio	Diferencia
R22	WA-28-12/16P E	4350	2100
R404A	WA-44-04/06P E	2500	250
MO29	WA-37-08/12P T	3020	770
MO79	WA-39-04/06P T	2250	0

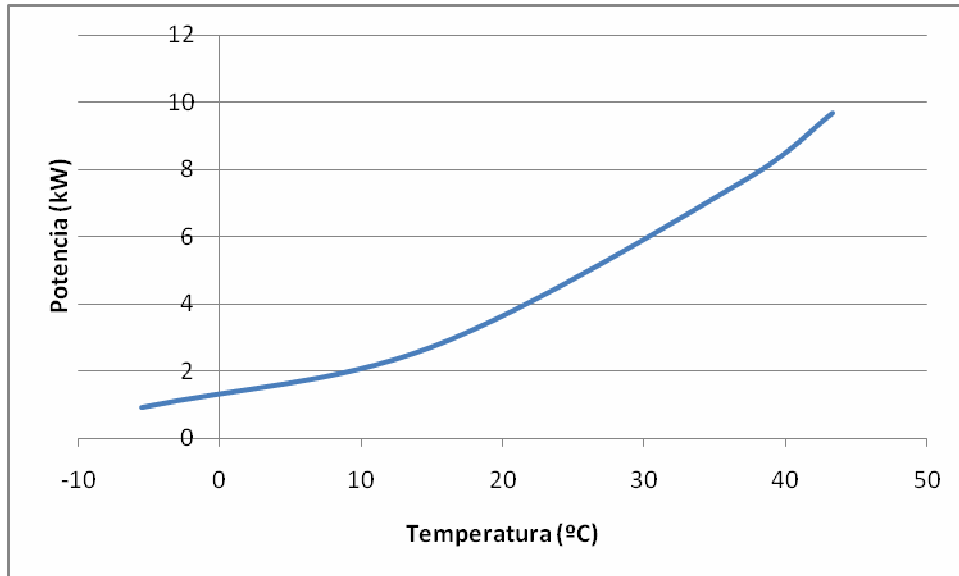
Tabal 5.17: Comparación de precios de los condensadores necesarios en función del refrigerante.

En este caso la diferencia de precios radica en las características constructivas. Si acudimos al catálogo del fabricante, se puede ver que el último bloque de números (12/16P) hace referencia a la construcción de los motores eléctricos y los polos activos dependiendo de si la conexión es estrella o triángulo. A mayor número de polos, menor velocidad de giro de los ventiladores, y también mayor complejidad en la construcción, de ahí la diferencia de precios. Hecho este inciso, se seleccionará el modelo **WA-39**, por ser el más económico y el que cubre las necesidades de cualquier caso.

- Compresor: Se retoma en este punto la selección de una batería de tres compresores en paralelo capaces de satisfacer la demanda energética de la instalación. Estos tres compresores deben dividir su campo de operación. Se ha elegido dividir en tres secciones el rango de temperatura que se presentará en esta instalación:
 1. De la temperatura mínima hasta 15 °C: En esta etapa sólo actuará un compresor. Será la etapa más habitual en el invierno y las noches de primavera.
 2. De 15°C hasta aproximadamente la temperatura de cálculo (37°C): Este rango será el más habitual en primavera y verano. Se activará un segundo compresor.
 3. De 37°C en adelante: A mayor temperatura se activará el tercer compresor. Se ha elegido la temperatura de cálculo para asegurar que este compresor sólo se activará a temperaturas extremas.

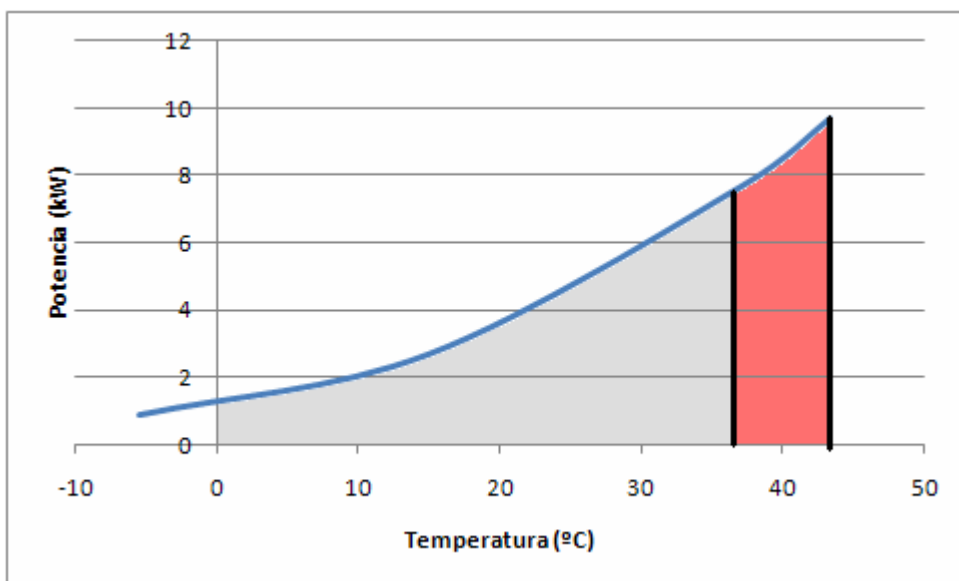
Se seleccionarán compresores del mismo modelo para así facilitar el mantenimiento y la versatilidad de la instalación. De elegir compresores diferentes se caería en un error similar al de elegir un único elemento. Un fallo mecánico en uno podría comprometer el funcionamiento de la instalación

Representando en un gráfico la temperatura frente a la potencia se tiene lo siguiente:



Gráfica 5.10: R22, potencias en función de la temperatura exterior.

Se dividirá la potencia necesaria para satisfacer la demanda con 37°C y se seleccionarán los compresores que cumplan el requisito de potencia. El tercer compresor será igual. De este modo se sigue manteniendo la premisa de que el tercer compresor sólo actúe cuando la temperatura exterior se excesivamente alta:



Gráfica 5.11: R22, potencias en función de la temperatura exterior, zona de actuación del tercer compresor.

Las potencias en función del refrigerante son:

	Potencia con temp. exterior de 37°C (kW)	Potencia por compresor (kW)
R22	7.7	3.85
R404A	15.5	7.75
MO29	14.99	7.495
MO79	13.54	6.77

Tabla 5.18: Potencias por compresor.

De este modo, por ejemplo para el R22, habría que elegir 3 compresores de 3,85 kW, que harían una potencia total en la instalación de 11,55 kW, mayor que los 9,7 kW de punta para 43.3°C de temperatura exterior. Siguiendo con el ejemplo del R22 y consultando la gráfica anterior, el segundo compresor se pondría en marcha a aproximadamente 20°C y el tercero a los 37°C buscados.

El distribuidor posee el catálogo del fabricante Copeland. Se seleccionarán componentes de la serie Discus, que son compresores alternativos:



Imagen 5.16: Compresor de la serie Discus.

El fabricante propone una selección del modelo en función del refrigerante, la temperatura de evaporación, la de condensación, la potencia frigorífica y otros parámetros. Como ya se ha obtenido una estimación del consumo eléctrico del compresor, se puede consultar

tablas que basan la selección en la potencia en CV. La siguiente tabla resume las potencias del compresor en CV:

	Potencia con temperatura exterior de 37°C	Potencia por compresor (kW)	Potencia por compresor (CV)
R22	7.7	3.85	5.16293416
R404A	15.5	7.75	10.3929194
MO29	14.99	7.495	10.0509588
MO79	13.54	6.77	9.07871798

Tabla 5.19: Potencias expresadas en CV para la selección en el catálogo.

De la siguiente tabla se selecciona el compresor necesario:

Compresores Discus

[MODELO ...]

Compresor Modelo*	Precio €	Desplaz. m ³ /h	CV	Temp Cond. °C	Aplicación Refrigerante R-22
D2DC-500	2.820,00	16,8	5	30 50	HM
D2DD-500	2.900,00	19,3	5	30 50	HM
D2DL-400 DC Z	3.840,00	23,7	4	30 50	MLX
D2DL-750	3.140,00	23,7	7,5	30 50	HM
D2DB-500 DC Z	4.420,00	28	5	30 50	MLX
D2DB-750	3.430,00	28	7,5	30 50	HM
D3DA-500 DC Z	5.020,00	32,2	5	30 50	LX
D3DA-750 (1)	4.240,00	32,2	7,5	30 50	HM
D3DC-750 DC Z	5.490,00	38	7,5	30 50	LX
D3DC-1000 (1)	4.570,00	38	10	30 50	HM
D3DS-1000 DC Z	6.300,00	49,9	10	30 50	LX
D3DS-1500 (1)	5.260,00	49,9	15	30 50	HM
D4DF-1000 DC Z	7.010,00	56	10	30 50	LX
D4DA-2000	6.420,00	56	20	30 50	HM
D4DL-1500 DC Z	7.680,00	70,8	15	30 50	LX
D4DH-2500	7.720,00	70,8	25	30 50	HM
D4DT-2200 DC Z	8.580,00	84,7	22	30 50	LX
D4DJ-3000	8.600,00	84,7	30	30 50	HM
D6DL-2700 DC Z	10.420,00	106	27	30 50	LX
D6DH-3500	10.280,00	106	35	30 50	HM
D6DT-3200 DC Z	11.990,00	127	32	30 50	LX
D6DJ-4000	11.540,00	127	40	30 50	HM
D8DH-5000	14.110,00	151	50	30 50	HM
D8DJ-6000	16.700,00	181	60	30 50	HM

Tabla 5.20: Gama de compresores Discus.

Se seleccionará el modelo que cumpla con la máxima de las potencias, para incluirlo en el presupuesto, aunque puede observarse la variabilidad de precios entre distintas potencias, e incluso entre compresores de igual potencia, debida al caudal máximo que pueden mover.

Por tanto se elegirá el compresor modelo **D3DS-1500** que tiene un precio de 5260€. Elegir tres compresores llevará a una inversión mayor que elegir un compresor unitario que satisfaga toda la demanda, pero a cambio se tendrá una mayor fiabilidad de la instalación. Conviene no olvidar que los componentes fallan, y el fallo del único compresor de la instalación puede acarrear pérdidas

económicas de importancia, tanto por la pérdida del producto, como por el deterioro de la imagen de la empresa explotadora de la instalación.

- Válvula de expansión: Se va a instalar un sistema de control electrónico. Su componente principal es la válvula de expansión. Se selecciona a partir de la siguiente tabla:

Válvula electrónica de expansión

Mod. Vál.	Temp. Cond. °C	Capacidad Máxima kW R-404A/R-507 Temperatura de Evaporación °C										
		5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
EX4	60	9	9	9	9	9	8	8	8	7	7	6
EX5		28	28	28	27	26	25	24	23	22	21	20
EX6		68	67	66	65	63	61	58	56	53	50	47
EX7		186	184	181	177	172	166	160	153	145	137	129
EX8		496	491	482	471	458	443	425	407	387	366	344
EX4	55	10	10	10	10	10	9	9	9	8	8	8
EX5		31	31	30	30	29	29	28	27	26	25	23
EX6		74	74	73	72	70	69	67	64	62	59	56
EX7		202	202	200	197	193	188	182	176	169	162	154
EX8		538	537	533	525	514	501	486	470	451	432	411

Tabla 5.21: Tabla de selección de válvula de expansión

Con una temperatura de condensación máxima de aproximadamente 55°C, y una temperatura de evaporación fija de -25°C, el modelo **EX5** es suficiente. Su precio se recoge en la siguiente tabla:

Válvula expansión electrónica por paso-paso [V EXP ELEC ...]

Código	Modelo	Precio €	Conexión entrada	Conexión salida	Patrón flujo
KW773	EX4-I21	188,90	3/8" ODF	5/8" ODF	Uni-flujo - 800615
KW771	EX5-U21	188,90	5/8" ODF	7/8" ODF	Uni-flujo - 800618
KW770	EX6-I21	234,30	7/8" ODF	1-1/8" ODF	Uni-flujo - 800620
KW1046	EX7-I21	342,20	11/8 ODF	13/8 ODF	Uni-flujo - 800624
KW1067	EX8-U21	683,30	13/8 ODF	13/8 ODF	Uni-flujo - 801970

Tabla 5.22: Precios de las válvulas de expansión

Una válvula de expansión electrónica por sí sola no funciona. Requiere de un sistema de control y monitorización. No es objetivo de este proyecto diseñar este sistema, con lo que simplemente se enumerarán los componentes necesarios:

- 1) Válvula de expansión
- 2) Cable conector para válvula
- 3) Controlador
- 4) Kit de terminales para controlador
- 5) Sensor de temperatura
- 6) Sensor de presión
- 7) Conector
- 8) Transformador
- 9) Mando a distancia

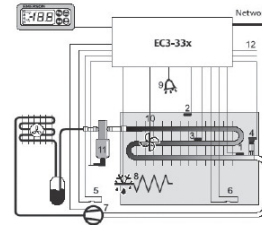
10) Display

Extraído del catálogo, se adjunta esquema de montaje y desglose de piezas y precios:

Controlador de Cámaras Frigoríficas

Características

- Controlador de temperatura (termostato).
- Controlador de desescarche (programador).
- Controlador de alarmas (programador).
- Limitador de evaporación, función MOP.
- Controlador de recalentamiento con algoritmo para válvulas expansión electrónica, para EX4 a EX8.
- Con batería integrada para asegurar el cierre de la válvula si falla la corriente.
- Entradas digital de seguridad del compresor y apertura de puerta de la cámara.
- Todos los parámetros programables.
- Comunicación TCP/IP para comunicación LON, consultar.
- Montaje carril DIN.
- Uso de display para programación y control.



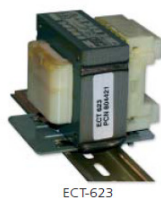
Serie EC3

[CONTROL CAM ...]

Código	Modelo TCP/IP	Precio €	Capacidad Regulación	Refrigerantes	Recalentamiento Regulable	MOP Regulable
KW1403 (807632)	EC3-332	397,20	0-100%	R-404A, R-507, R-407C, R-134a, R-22	3 a 20 K	-40°C a +40°C

Accesorios Controlador

Código	Modelo	Precio €	Descripción	Longitud cable
KW686	ECN-S15	10,60	Sensores NTC (Aire) (10 KΩ a 25°C)	1,5 m
KW693	ECN-S30	12,30		3 m
KW694	ECN-S60	14,10		6 m
KW689	ECN-P30	23,40	Sensores NTC (Tubería) (10 KΩ a 25°C)	3 m
KW696	ECN-P60	25,10		5 m
KW697	ECN-P80	28,60		8 m
KW1012	ECN-F60	25,10	Sensores NTC (Tipo aleta) (10 KΩ a 25°C)	6 m
KW1786	PT4-07M	103,70	Transductor de presión	-0.8...7 bar,
KW1131	PT4-M15	6,10	PT4-M15	Conector con cable 1,5 m largo para PT4
KW720	ECT-623	23,40	Transformador para EC2	230 VAC entrada, 24 V salida, 60VA
KW690	EC2-IRS	51,40	Mando a distancia. Idioma Español	
KW1057	K03-331	15,40	Kit de terminales para EC3-332	
KW695	ECD-001	67,50	Display con teclado para programación. Indica estado de funcionamiento	
KW1709	ECC-N10	2,20	Cable de 1 metro de conexión entre EC3-332 y ECD-001	



ECT-623



EC3-332 + ECD



PT4M



ECD



K03-331

Tabla 5.23: Componentes del sistema electrónico de control

En el apartado económico se resumirá el precio de todos estos componentes. En los anexos se adjuntan páginas del catálogo del fabricante y el suministrador que contienen información adicional como planos o esquemas de montaje.

Antes de pasar al estudio de impacto ambiental, es necesario contemplar los consumos de los elementos que hemos seleccionado. No hay que olvidar que tanto el evaporador como el condensador son de flujo forzado de aire, es decir, tienen ventiladores que consumirán energía eléctrica. Los consumos de elementos electrónicos se despreciarán.

ELEMENTO	CONSUMO ELÉCTRICO
Evaporador	2 kW (max)
Condensador	1,16 kW (max)

Tabla 5.24: Consumo eléctrico máximo por catálogo de los ventiladores.

Lógicamente, los ventiladores sólo funcionarán al máximo en las condiciones más adversas, es decir, cuando funcionan a su máxima potencia. Además en las condiciones de este proyecto los ventiladores nunca trabajarán a su máxima potencia, por lo que se estima unos valores máximos en el funcionamiento de:

ELEMENTO	CONSUMO ELÉCTRICO
Evaporador	1,7 kW
Condensador	1 kW

Tabla 5.25: Consumo eléctrico máximo supuesto para las peores condiciones de este proyecto.

Se sumará la parte proporcional del consumo eléctrico, sumándose 2,7 kW cuando el consumo sea máximo. Estos consumos eléctricos se sumarán al calculado para la bomba. Este dato será el usado para los cálculos ambientales y económicos como consumo eléctrico total de la instalación.

CAPÍTULO 6. EMISIONES DE CO2 EQUIVALENTES

Una parte importante del diseño de una instalación de producción de frío es calcular cómo de dañina va a ser ésta para el medio ambiente. Los principales impactos ambientales que una instalación frigorífica en fase de explotación puede causar son los siguientes:

- Contribución a la desaparición del ozono atmosférico: Este impacto es provocado directamente por las fugas de refrigerante y depende directamente de su composición. Los primeros refrigerantes usados, los CFCs, eran muy dañinos para la capa de ozono y este fue el motivo principal de su retirada del mercado. Sus sustitutos, los HCFCs eran sustancias menos dañinas, pero seguían contribuyendo a la destrucción del ozono. Los nuevos refrigerantes, clasificados como HFCs no destruyen la capa de ozono. Por ello, este dato sólo se dará para el R22
- Contribución al efecto invernadero: Esta contribución tiene dos componentes:
 - Efecto invernadero directo: Provocado directamente por las fugas de refrigerante, depende directamente de la composición de éste. Se da el valor llamado PEID (Potencial de Efecto Invernadero Directo), que es un valor en una escala en la que el CO₂ tiene valor 1. Tiene el significado físico de a cuántos kilogramos de CO₂ corresponde liberar a la atmósfera 1 kilogramo de la sustancia estudiada. Este valor también depende del llamado horizonte de tiempo de integración, que refleja el hecho de que un refrigerante tiene un tiempo determinado de permanencia en la atmósfera, hasta que las reacciones químicas lo descomponen. Este valor da una idea de a cuantos kg de CO₂ equivaldrá un kg de refrigerante pasado un determinado tiempo. Las siguientes tablas recogen los *peid* (o *GWP*, *Global Warming Potenetial*) de distintos refrigerantes entre los que se incluyen los que son objeto de este estudio.

Gas	20 años	100 años	500 años
CO ₂	1	1	1
R22	4100	1500	510

Tabla 6.1: Horizonte de integración temporal y peid.

Common HFC Refrigerants

ASHRAE # (GWP)	R-125 (3,500)	R-134a (1,430)	R-32 (675)	R-143a (4,470)	Other (<5)	*Total GWP	**Metric Tons per Pound	Resulting Tax (\$8/MT)
R-507	50.0%			50.0%		3,985	1.81	\$ 14.46
R-404A	44.0%	4.0%		52.0%		3,922	1.78	\$ 14.23
R-421B	85.0%	15.0%				3,190	1.45	\$ 11.58
R-422A	85.1%	11.5%			3.4%	3,143	1.43	\$ 11.40
R-422C	82.0%	15.0%			3.0%	3,085	1.40	\$ 11.19
R-407B	70.0%	20.0%	10.0%			2,804	1.27	\$ 10.17
R-422D	65.1%	31.5%			3.4%	2,729	1.24	\$ 9.90
R-421A	58.0%	42.0%				2,631	1.19	\$ 9.55
R-422B	55.0%	42.0%			3.0%	2,526	1.15	\$ 9.17
R-424A	50.5%	47.0%			2.5%	2,440	1.11	\$ 8.85
R-417A	46.6%	50.0%			3.4%	2,346	1.06	\$ 8.51
R-427A	25.0%	50.0%	15.0%	10.0%		2,138	0.97	\$ 7.76
R-407A	40.0%	40.0%	20.0%			2,107	0.96	\$ 7.65
R-410A	50.0%		50.0%			2,088	0.95	\$ 7.58
R-407C	25.0%	52.0%	23.0%			1,774	0.80	\$ 6.44
R-426A	5.1%	93.0%			1.9%	1,508	0.68	\$ 5.47
R-134a		100.0%				1,430	0.65	\$ 5.19

Tabla 6.2: *peid* de distintos HFCs, entre ellos los que son objeto de este proyecto.

En esta última tabla los valores están dados para un horizonte de integración temporal de 100 años. Nótese que el GWP del R404A es muy superior al del R422D y R422A

- Efecto invernadero indirecto: Es el provocado por tener que generar electricidad en una central térmica. Depende del consumo eléctrico de la instalación y del sistema de producción de energía eléctrica que se considere.

A continuación se refleja el sistema de cálculo para obtener cada valor

- ODP: Se da directamente el valor que figura en los anexos del Protocolo de Montreal. Este valor será nulo para todos los HFCs
- Potencial de efecto invernadero
 - Directo:

$$PEID = peid \cdot f \cdot c_r \cdot N \quad [Ec. 6.1.]$$

Donde:

peid= potencial de efecto invernadero directo del gas
f = factor de pérdida. Se basa en estudios empíricos. Se recomiendan los siguientes valores:

	f en % anual	Refrigerante
Compresor centrífugo. Grandes instalaciones	0,75	R123
Supermercado	10	R404A
Aire acondicionado doméstico	2	R22
Frigorífico doméstico	0,25	R134a

Tabla 6.3: Valor de f

Para este proyecto se asumirá un valor de f del 0.75% independientemente del refrigerante.

C_r = Carga de refrigerante de la instalación en kg. Se proponen los siguientes valores:

Pequeña potencia (Hasta 30 kW eléctricos)	1 kg/kW
Media potencia (Hasta 300 kW)	0,6 kg/kW
Gran potencia (>300 kW)	0,3 kg/kW

Tabla 6.4: Valor de C_r

N = vida en años. Usualmente 20 años.

○ Indirecto:

$$PEII = W_{elec,total} \cdot peii \cdot n \cdot N \quad [Ec 6.2]$$

Donde:

$W_{elec,total}$ = Consumo eléctrico total de la instalación.

$peii$ = es el potencial de efecto invernadero indirecto asociado a la producción de electricidad. Se proponen los siguientes valores:

Electricidad	1 kWh --> 0,5 kg CO ₂ /kWh
Gasóleo C	0,27 kg CO ₂ /kWh-->3,2 kg CO ₂ /kg
Butano	0,250 kg CO ₂ /kWh--> 12 kg CO ₂ /botella butano
Gas natural	0,220 kg CO ₂ /kWh

Tabla 6.5: Valor de $peii$

Se asumirá que por cada kW de consumo eléctrico se generan 0.5 kg de CO₂

n = número de horas al día de funcionamiento de la instalación

N = número de días al año de funcionamiento de la instalación

Se suele dar un valor de 20 años de vida de la instalación.

Para la simulación se multiplicará el consumo eléctrico instantáneo por el peii de la electricidad. Como se tiene un dato de consumo cada 10 minutos, y el peii viene en kg de CO₂ por kWh, habrá que multiplicar este valor por 1/6 de hora. Al final habrá que hacer la suma de todos los valores obtenidos.

Se ha generado una simulación anual para cada refrigerante. Para ello se ha importado a una nueva hoja Excel los valores de consumo eléctrico, a los que se ha sumado los consumos auxiliares. Este consumo total de la instalación se usa para calcular el PEII, que depende directamente del consumo instantáneo. Con el método propuesto para calcular el PEID sólo se puede obtener un dato, ya que todo son valores fijos. Se dará por tanto, la cantidad equivalente de CO₂ que la instalación emite en un año, con un horizonte de integración temporal para los refrigerantes de 100 años:

Refrigerante	PEII (kg equivalentes de CO ₂ en un año)	PEID (kg equivalentes de CO ₂ en un año)	PTEI (kg equivalentes de CO ₂ en un año)
R22	17461	1701	19162
R404A	27166,81149	4447,548	31614
MO29	27573	3094,686	30668
MO79	27163	3564,162	30727

Tabla 6.6: Resumen de resultados.

A cambio de tener un nulo efecto sobre la capa de ozono, los HFCs contribuyen más al efecto invernadero. Esto es debido en parte a que el potencial de efecto invernadero directo es mayor que el del R22, y por otro lado, requieren más potencia eléctrica para generar el mismo frío. El R404A es una sustancia especialmente nociva, ya que como se puede observar, los kilogramos equivalentes emitidos a la atmósfera son mucho mayores que el del resto de refrigerantes. En cuanto a los nuevos refrigerantes, tienen unos valores intermedios, pero siempre mayores que con R22.

Atendiendo al criterio de impacto ambiental, el R22 es claramente menos dañino que sus competidores en cuanto a calentamiento global se refiere, aunque contribuya levemente a la destrucción del ozono. Por lo demás, El resto de HFCs son prácticamente similares, no habiendo diferencias tan importantes como para elegir uno y despreciar el resto.

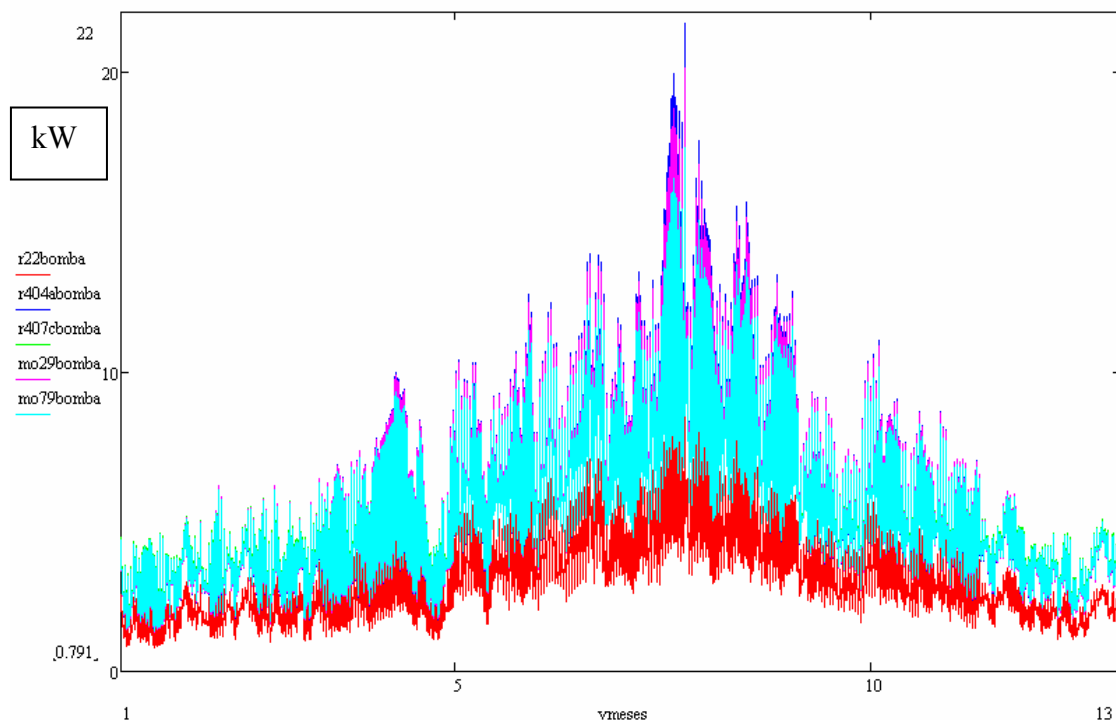
CAPÍTULO 7. COMPARACIÓN CON R22 Y R404A

En este capítulo se desarrollarán diferentes comparaciones entre los nuevos refrigerantes y el resto de refrigerantes estudiados, e incluso entre ellos mismos. Estas comparaciones se estructurarán del mismo modo en simulación anual y simulaciones diarias. Los parámetros que se emplearán para la comparación serán el consumo total de la instalación y el coeficiente de eficiencia energética basado en este consumo. Estos dos valores son la aproximación más fiel al comportamiento real de la instalación. El enfoque de estas comparativas se centrará en comparar los nuevos refrigerantes con el R404A, ya que es éste el refrigerante que más se ha venido usando los últimos años en aplicaciones similares a ésta. Además, se comprobará enseguida que el R22 es superior al resto de refrigerantes, y por tanto no tiene sentido hacer comparaciones exhaustivas.

7.1. SIMULACIÓN ANUAL

La simulación anual da una muy buena idea de la evolución de la instalación a lo largo del año. Gracias a ella se pueden observar las diferencias entre estaciones frías y calurosas, así como máximos y mínimos de todo el año. Las gráficas que a continuación se representan son más significativas que las que se presentaron en el capítulo 5, ya que éstas están dibujadas sobre la misma escala, y se puede apreciar a golpe de vista las diferencias entre refrigerantes. Es necesario advertir que debido a la densidad de datos, las curvas pueden confundirse. Por ello se han hecho también las simulaciones diarias.

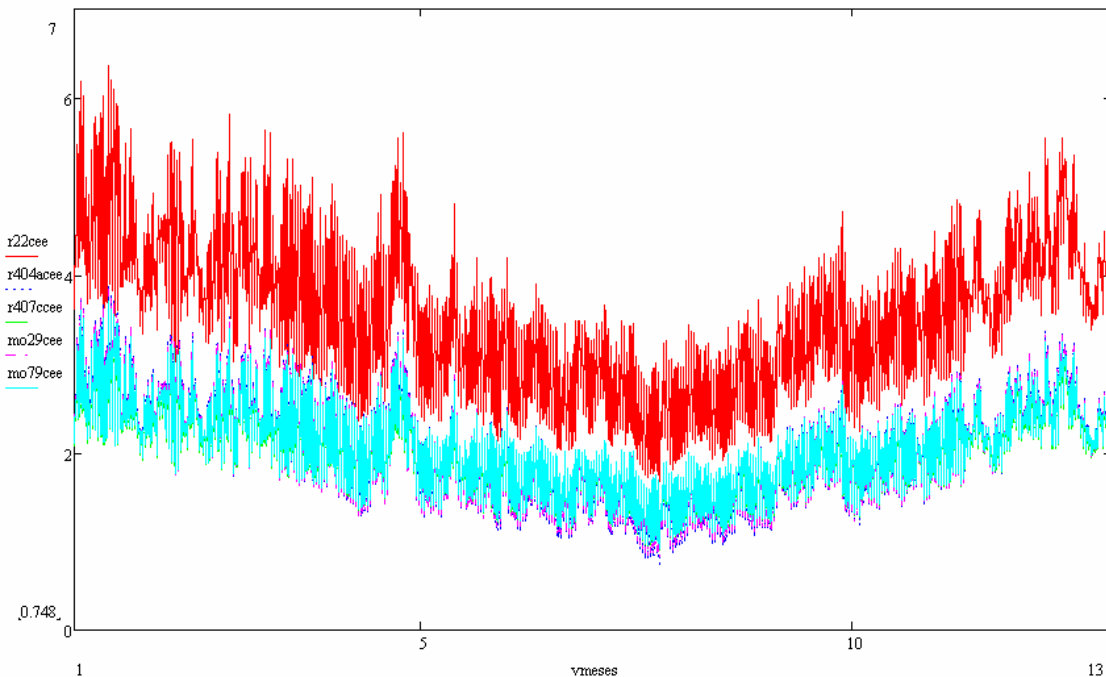
La siguiente gráfica representa el consumo eléctrico de la instalación y de todos los refrigerantes:



Gráfica 7.1: Consumo energético para todo el año y para todos los refrigerantes

Con esta gráfica se puede ver las grandes diferencias, tanto en máximos valores, como en la evolución a lo largo de los días. Los máximos consumos se obtienen con R404A. Además el R22 presenta menores variaciones a lo largo de los días, es decir, el resto de refrigerantes suben más su consumo ante un aumento de temperatura (observar zona central) y en todo caso proporciona consumos menores

Algo similar sucede con el CEE, como puede observarse en la siguiente gráfica:



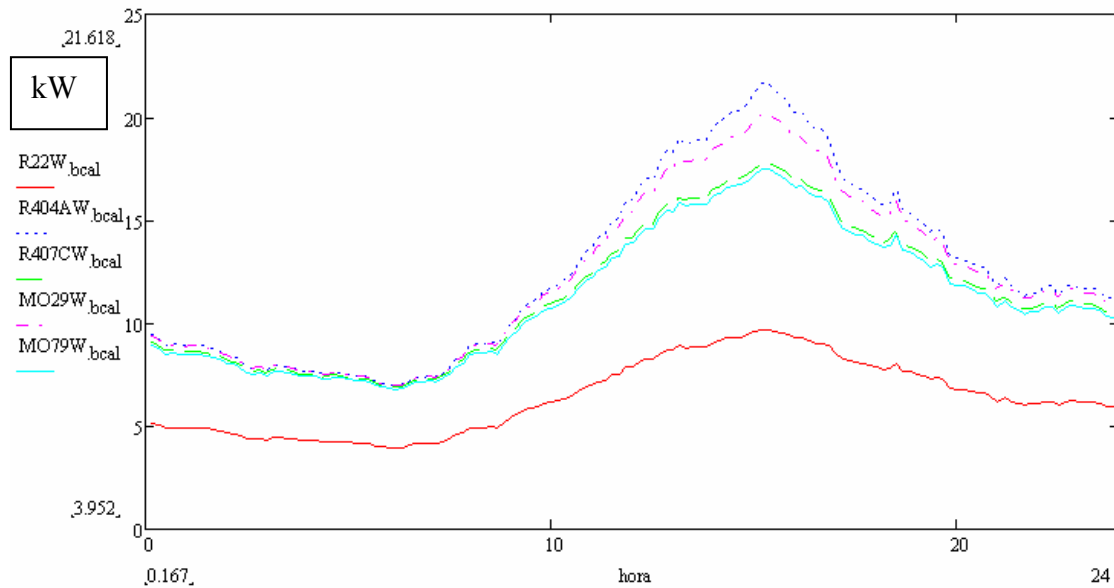
Gráfica 7.2: CEE para todo el año y para todos los refrigerantes

Los mayores coeficientes se dan usando R22. Además el R22 es más sensible a cambios de temperatura, lo que le permite obtener valores de CEE mayores, mientras que el resto de refrigerantes son más estables y presentan valores más bajos.

Debido a la poca resolución de las gráficas, éstas se adjuntan a página completa. No obstante estas gráficas no permitirán hacer análisis más profundos, con lo que se da por finalizada la comparación a nivel anual, y se pasará a las simulaciones diarias:

7.2. DÍA DE VERANO

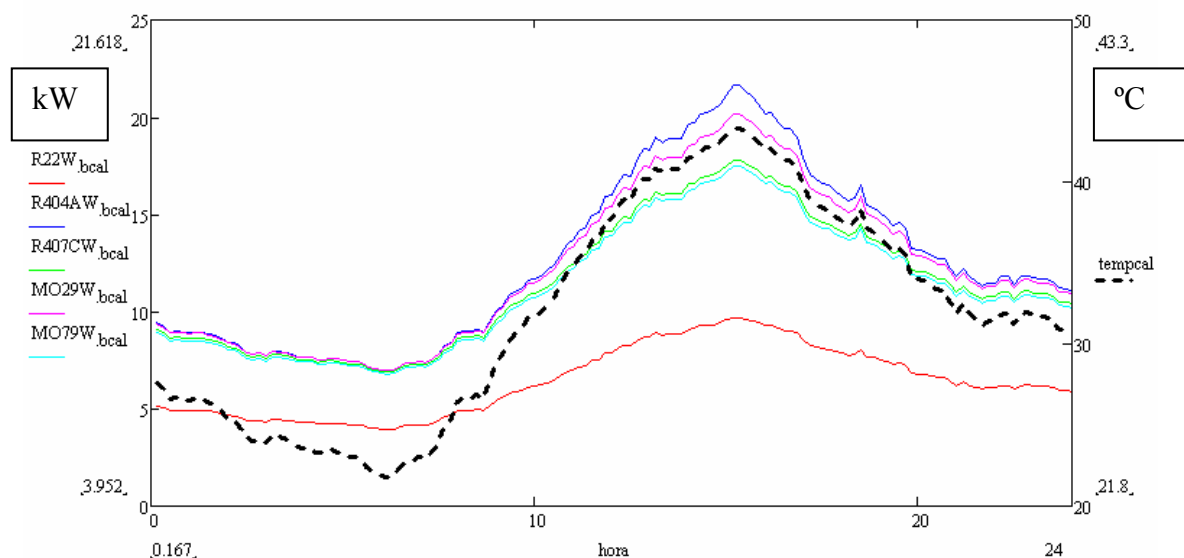
En el apartado anterior se mencionaba las diferentes evoluciones diarias de cada refrigerante. Este efecto se debe a que reaccionan de diferente manera ante cambios de temperatura, es decir, hay refrigerantes en los que el consumo aumenta mucho al subir la temperatura y otros no tanto. Este efecto se observa en la siguiente gráfica:



Gráfica 7.3: Consumo energético para el día de verano de todos los refrigerantes

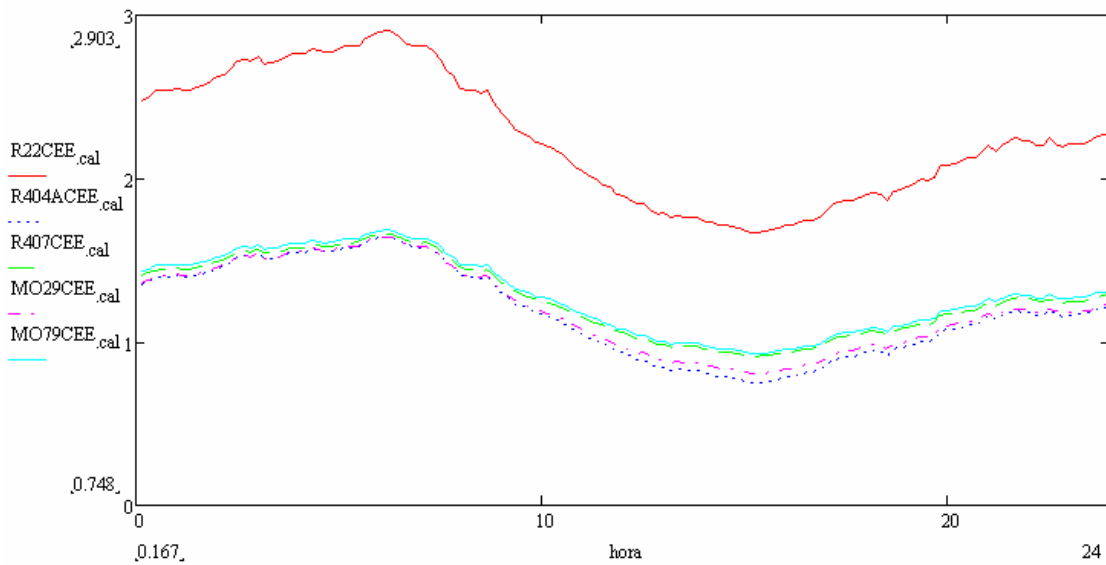
Como se ha demostrado en el anterior punto, los resultados obtenidos con el R22 son superiores. Esto se puede observar mejor en esta gráfica. Por ello y a partir del siguiente caso, se dejará de mencionar el R22, centrando la explicación en los nuevos refrigerantes y el R404A.

Se observa claramente, que aunque al principio del día (hora 0 a 8) los consumos de los tres HFCs son muy similares, a medida que aumenta la temperatura se presentan comportamientos distintos. Este efecto es más visible en una gráfica que incluya la temperatura:



Gráfica 7.4: Consumo energético para el día de verano incluyendo la temperatura

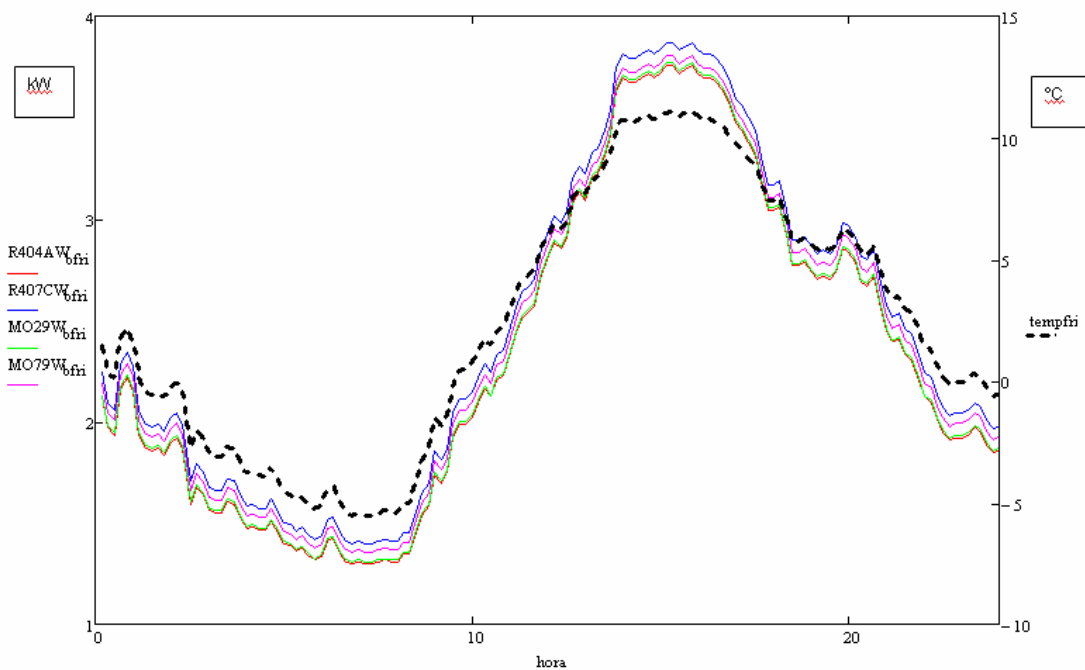
Un comportamiento parecido se observa en la curva de CEE. Los sustitutos son mas estables, pero tienen valores más bajos que el R22, que presenta los mayores valores de CEE, aunque acusa más la temperatura con una mayor caída de la eficiencia.



Gráfica 7.5: CEE de todos los refrigerantes el día de verano

7.3. DÍA DE INVIERNO

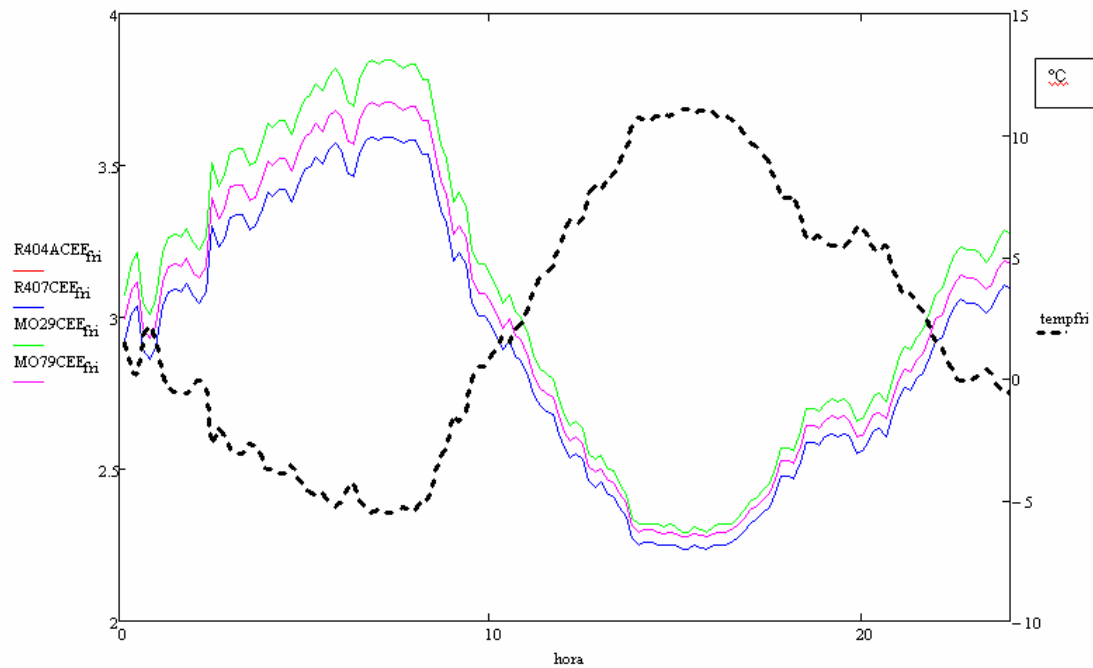
Los resultados para un día de invierno (el más frío del año) se presentan del mismo modo. La gráfica de evolución del consumo energético es la siguiente:



Gráfica 7.6: Día de invierno, consumo energético

Al eliminar de las gráficas el R22 se puede observar mejor la diferencia entre los distintos HFCs. El comportamiento de éstos es prácticamente similar, siendo las diferencias despreciables.

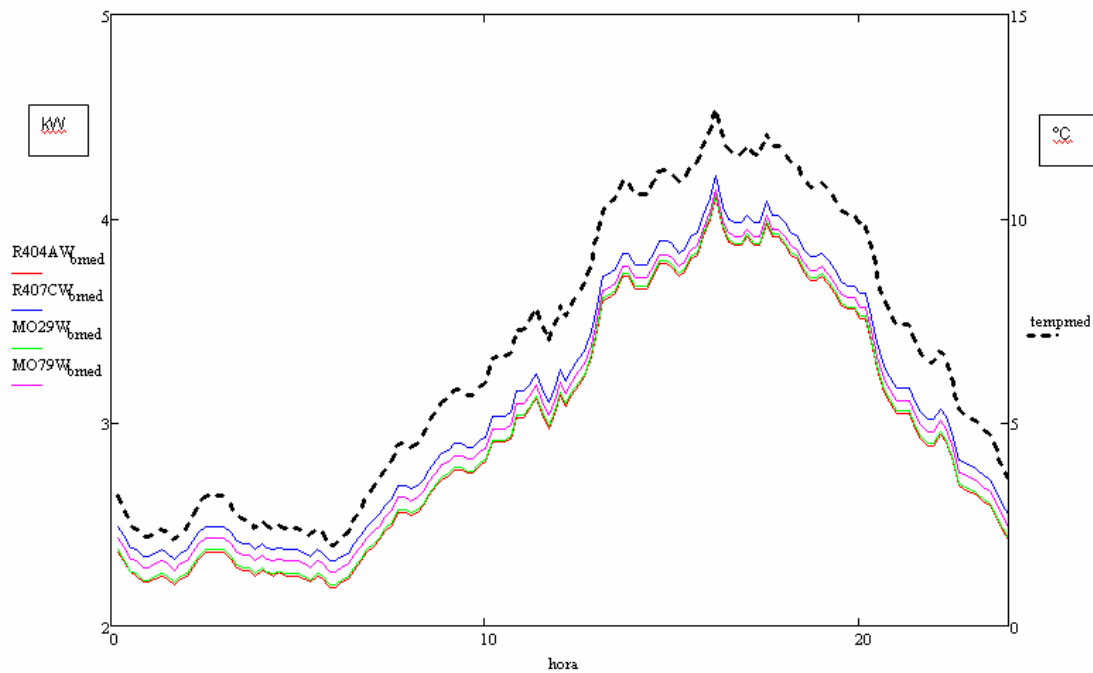
En el gráfico de CEE se observan los mismos fenómenos. Además, al representar la temperatura se puede ver claramente como CEE y temperatura son inversamente proporcionales.



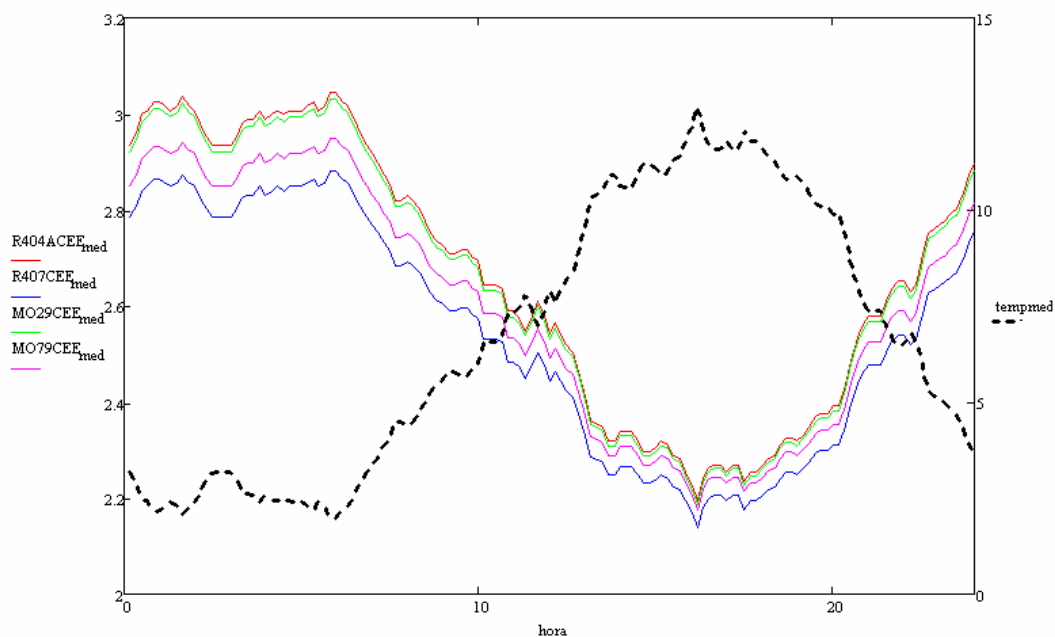
Gráfica 7.7: Día de invierno, CEE

7.4. DÍA TEMPLADO

Se observan los mismos fenómenos, con lo que se adjuntarán las gráficas sin comentar nada nuevo:



Gráfica 7.8: Día templado, consumo energético



Gráfica 7.9: Día templado, CEE

Se puede concluir que el refrigerante que presenta mejor comportamiento es el R22 y el resto de HFCs son peores en cuanto a que presentan mayores consumos y menores eficiencias. Además los HFCs tienen comportamientos similares a temperaturas exteriores inferiores a 30°C. Por encima de esta temperatura, usar R404A dispara el consumo y minimiza la eficiencia

Comparando estrictamente los nuevos sustitutos del R404A con éste refrigerante, se puede ver cómo para altas temperaturas exteriores, es preferible usar MO79, ya que



como puede verse da los consumos menores de todos los refrigerantes estudiados. Usar MO29 eleva el consumo casi al nivel del R404A

Para temperaturas exteriores bajas, el comportamiento es prácticamente indiferente al refrigerante empleado.

Atendiendo a estos resultados, es preferible usar MO79 a MO29 y además da mejores valores que con el resto de HFCs

CAPÍTULO 8. PRESUPUESTO

Es objeto de este capítulo estudiar el presupuesto para la ejecución de este proyecto, y hacer una estimación del coste de operación en función del refrigerante empleado.

8.1. PRESUPUESTO

Se recuerda que el presupuesto se ha elaborado eligiendo elementos comunes para la instalación de producción de frío, tales que cumplan con las necesidades energéticas y de operación de todos los refrigerantes. En la sección de selección de componentes y en las conclusiones se estudia las variaciones económicas que supondrían diseñar la instalación para unos refrigerantes u otros.

El presupuesto se ha confeccionado de acuerdo a precios suministrados por proveedores. Los documentos justificativos de estos precios se adjuntan en los anexos.

A continuación se adjunta el presupuesto del proyecto:

PARTIDA	MEDICIÓN	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO (€)	TOTAL (€)
CAPÍTULO 1. OBRA CIVIL				
1.1	150 m ²	Excavación para cimientos y cajado de suelo aislado en cualquier terreno, carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero incluido.	6,67	1580,8
1.2	150 m ²	Suministro y colocación de hormigón de limpieza HM-20 de 10 cm de espesor incluso preparación de la superficie de asiento, nivelado y regleado.	65,60	9840
1.3	150 m ²	Construcción del suelo conforme a proyecto, inclusive construcción de losa de hormigón armado, pantallas antivapor, aislantes y acabado superficial pulido. Se incluye las extensiones de hormigón para protección de paredes	250	2004,1
1.4	1 ud	Suministro y montaje de la nave sobre solera de hormigón y estructura realizada a base de perfiles tipo C conformados en frío y galvanizados, y estructura secundaria realizada a base de perfiles tipo Z. Cubierta metálica simple de chapa grecada de acero galvanizado de 5 mm de espesor y hastial principal de 10 m de anchura. No incluye el cerramiento de las paredes de la nave.	23908,37	23908,37



1.5	255 m ²	Construcción de muro de ladrillo inclusive revoque de cemento en su cara exterior y pintado con color claro	40,82	10490,1
1.6	255 m ²	Suministro e instalación de paneles sandwich según proyecto, mano de obra y juntas de montaje necesarias incluidas.	62	15810
1.7	1 ud	Puerta basculante frigorífica 2400x2500 mm de 160 mm de espesor inclusive resistencia calefactora en el marco. Unidad completamente instalada	7725	7725
Subtotal Obra Civil				71358.37

CAPÍTULO 2. EQUIPOS				
2.1	1 ud	Evaporador modelo NKT 1x8D C3S	7120	7120
2.2	1 ud	Condensador modelo WA-39 04/06P E	2250	2250
2.3	1 ud	Compresor modelo D4DJ-3000	8600	8600
2.4	1 ud	Suministro e instalación del sistema de circulación de refrigerante inclusive tubería de cobre, accesorios necesarios, material necesario para soldadura	1500	1500
2.5	1 ud	Recipiente de líquido RLD-120 de 120 dm ³ de capacidad	963	963
2.6	1 ud	Conexión eléctrico y del circuito de refrigerante para compresor, evaporador y condensador, inclusive cable de cobre, mano de obra y material necesario.	1500	1500
2.7	1 ud	Sistema de control automático, inclusive válvula de expansión, controlador de la válvula y elementos auxiliares como sensores, display, transformador, cableado de conexión.	923,6	923,6

2.8	1 ud	Conexión del sistema de control y puesta en marcha de la instalación, inclusive periodo de pruebas pertinente.	500	500
			Subtotal Equipos	23356.6

TOTAL COSTE DE EJECUCIÓN MATERIAL	94714.97
COSTES INDIRECTOS Y BENEFICIO INDUSTRIAL (5%)	4735.75
	99450.72
I.V.A. (16%)	15912.83
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	115362.83

Tabla 8.1: Presupuesto

8.2. COSTE DE OPERACIÓN

El precio de la electricidad se calcula como suma de dos términos, el término de potencia y el de energía.

El término de potencia es un coste fijo que se paga en función de la potencia en kW contratada. Como el máximo consumo registrado es de 24,32 kW (en el caso más desfavorable, con R404A), se contratará una potencia de 27 kW. Esta potencia entra dentro de la tarifa 4.0, y se asumirá un coste de 2.533604 €/kW mes. Con este precio, se tendrá anualmente un coste fijo de:

$$27kW \cdot 2.533604 \frac{\text{€}}{\text{kWmes}} \cdot 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = 820.29 \frac{\text{€}}{\text{año}} \quad [\text{Ec.8.1}]$$

El término de energía depende directamente del consumo eléctrico. El precio será el correspondiente a la tarifa 4.0, 0.084852 €/kWh. Como simplificación no se considera la tarificación nocturna, y se asume que el precio del kWh es constante. Tampoco se incluirán los impuestos. En este apartado sucede algo similar al cálculo del PEII. Se tiene un dato de potencia cada 10 minutos, que es 1/6 de hora. Se multiplica cada dato por 1/6 y se obtiene así el valor en kWh correspondiente a ese intervalo. Este valor se multiplica por el precio del kWh y se suman todos los valores para obtener el coste de la electricidad en un año. La siguiente tabla resume el coste de operación de la instalación en función del refrigerante empleado.



Refrigerante	Término de potencia (€)	Término de energía (€)	Total (€)
R22	456.04872	2963.198492	3419.24721
R404A	820.29	4610.316577	5430.60658
MO29	668.871456	4679.243197	5348.11465
MO79	668.871456	4609.639382	5278.51084

Excluyendo al R22, de nuevo el MO79 es la mejor opción respecto al MO29, ya que el coste de la energía es menor. No obstante, las diferencias no son significativas.

CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES

En cuanto al comportamiento de la instalación (consumos y eficiencias) ha quedado demostrado cómo el R22 es un mejor refrigerante, ya que en todo caso se obtienen menores consumos y mayores eficiencias respecto a los HFCs, incluyendo los de nueva generación.

Comparando los nuevos refrigerantes con el R404A se puede concluir que éstos representan un gran avance en cuanto a que proporcionan menores consumos energéticos.

Comparando entre sí a los nuevos sustitutos el R422A (MO79) es mejor opción que el R422D (MO29) para aplicaciones similares a la de este proyecto.

En cuanto a impacto ambiental de la instalación, el menor consumo obtenido usando como refrigerante el R22 desemboca en menores emisiones de CO₂ equivalente. No obstante, contribuye a la desaparición del ozono.

Por generar un menor consumo, y por tanto menos emisiones de CO₂ para generar ese consumo, es recomendable desde el punto de vista ambiental usar R422A.

En cuanto al apartado económico, se observa como en un proyecto de este tipo el capítulo de obra civil es el más costoso, ya que son edificaciones construidas con unas especificaciones muy estrictas. El consumo de energía influirá directamente en el coste de operación.



NOMENCLATURA

Símbolo	Significado
T_i o T_{int}	Temperatura interior
t_{ec}	Temperatura exterior de cálculo
t_{media}	Temperatura media del mes más cálido
t_{maxima}	Temperatura máxima del mes más cálido.
q'	Transferencia de calor por unidad de área
U	Coefficiente de transferencia de calor
A	Área
ΔT	Diferencia de temperatura
R	Resistencia térmica
k	Coefficiente de transferencia de calor del material.
h_{int}	Coefficiente de convección del aire interior
h_{ext}	Coefficiente de convección del aire exterior
Q_2	Carga térmica por renovación de aire
Q_{21}	Carga térmica por renovación voluntaria
Q_{22}	Carga térmica por renovación involuntaria
Q_3	Carga térmica por congelación o refrigeración
Q_4	Carga térmica debida al calor desprendido por ventiladores
Q_5	Carga térmica debida al tránsito de operarios
Q_6	Carga térmica debida a iluminación
Q_T	Carga térmica total
Subíndice evap	Indica que la magnitud hace referencia a la evaporación
Subíndice cond	Indica que la magnitud hace referencia a la condensación
M_r o M_{ref}	Caudal másico de refrigerante
p	Presión
h	Entalpía específica
Q	Potencias de los intercambiadores
q	Diferencias de entalpía específica en los intercambiadores
W_b o $W_{b,i}$	Trabajo del compresor, incluyendo rendimiento isonetrópico
CEE	Coefficiente de eficiencia energética
π	Relación de compresión
η_{mec}	Rendimiento mecánico
η_{elec}	Rendimiento eléctrico
η	Rendimiento isentrópico
Subíndice liq	Indica que la magnitud hace referencia a las condiciones de líquido saturado
Subíndice vap	Indica que la magnitud hace referencia a las condiciones de vapor saturado
pe_{id}	Potencial de efecto invernadero del refrigerante por ud de masa
pe_{ii}	Potencial de efecto invernadero de la fuente de energía
PEID	Potencial de efecto invernadero directo de la instalación
PEII	Potencial de efecto invernadero indirecto de la instalación
PTEI	Potencial de efecto invernadero total.

Nomenclatura del ciclo:

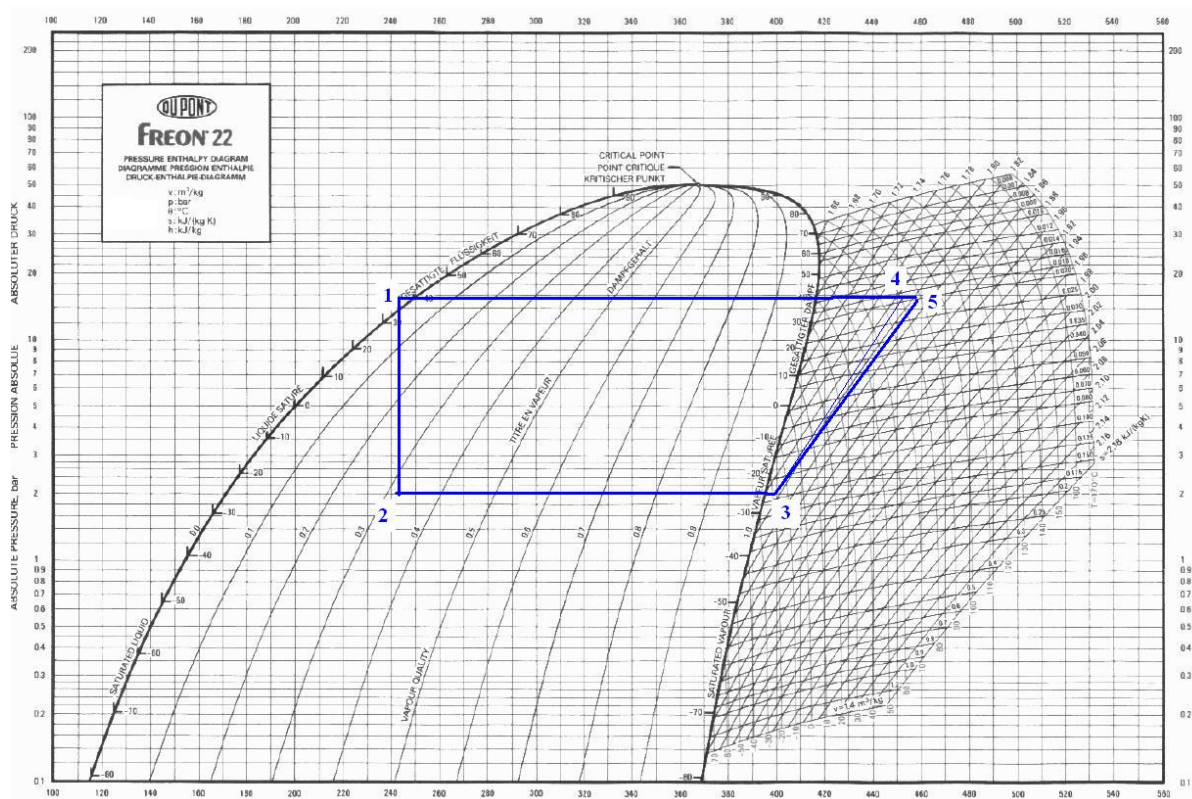


Imagen 3.1: Nomenclatura del ciclo.

Siendo:

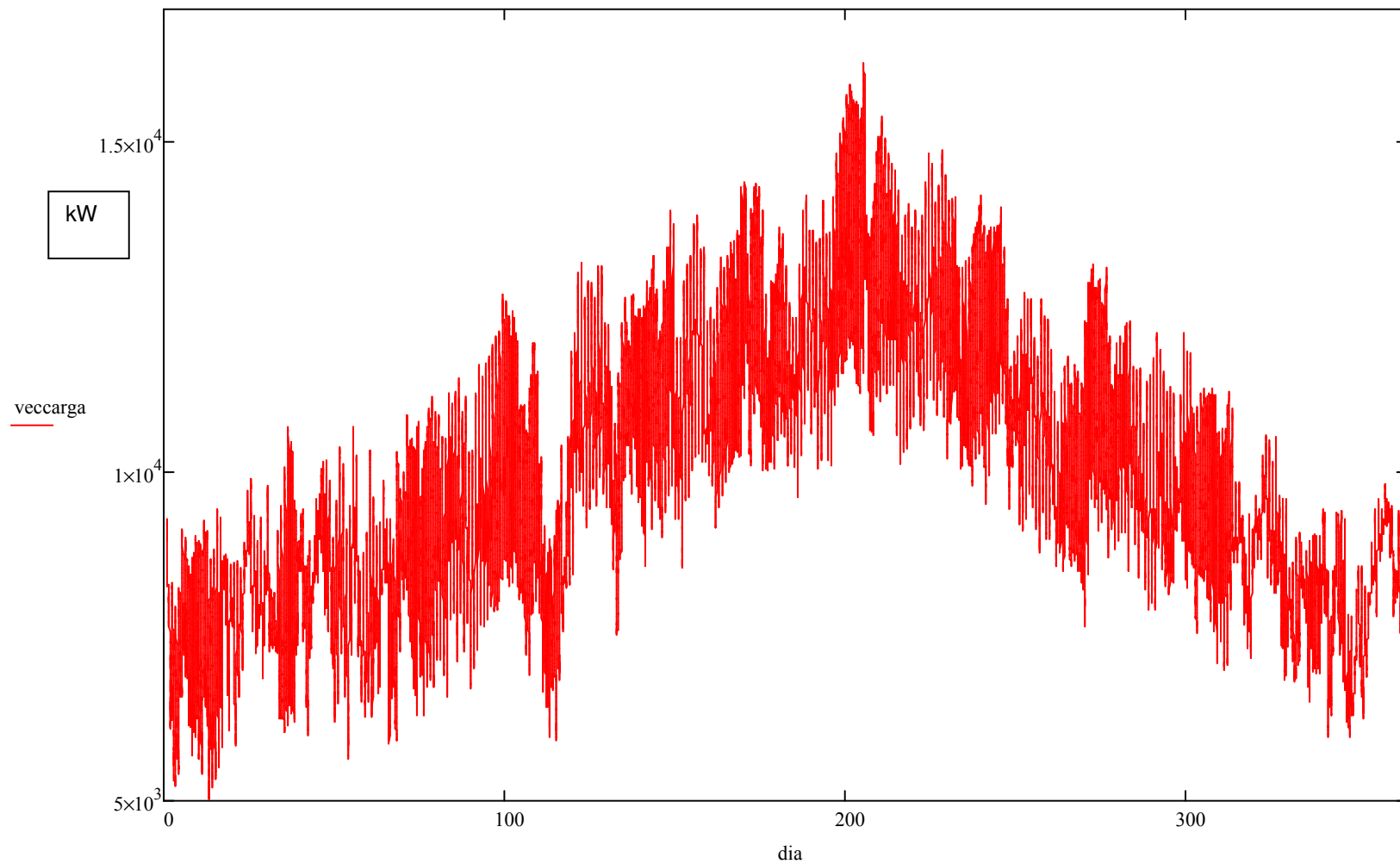
1. Salida del condensador, y subenfriamiento de 5°C
2. Salida de la válvula de expansión, entrada al evaporador
3. Salida del evaporador, incluyendo un sobrecalentamiento de 5°C
4. Salida del compresor si éste fuese ideal (compresión isoentrópica)
5. Salida del compresor teniendo en cuenta el rendimiento isoentrópico del compresor

BIBLIOGRAFÍA

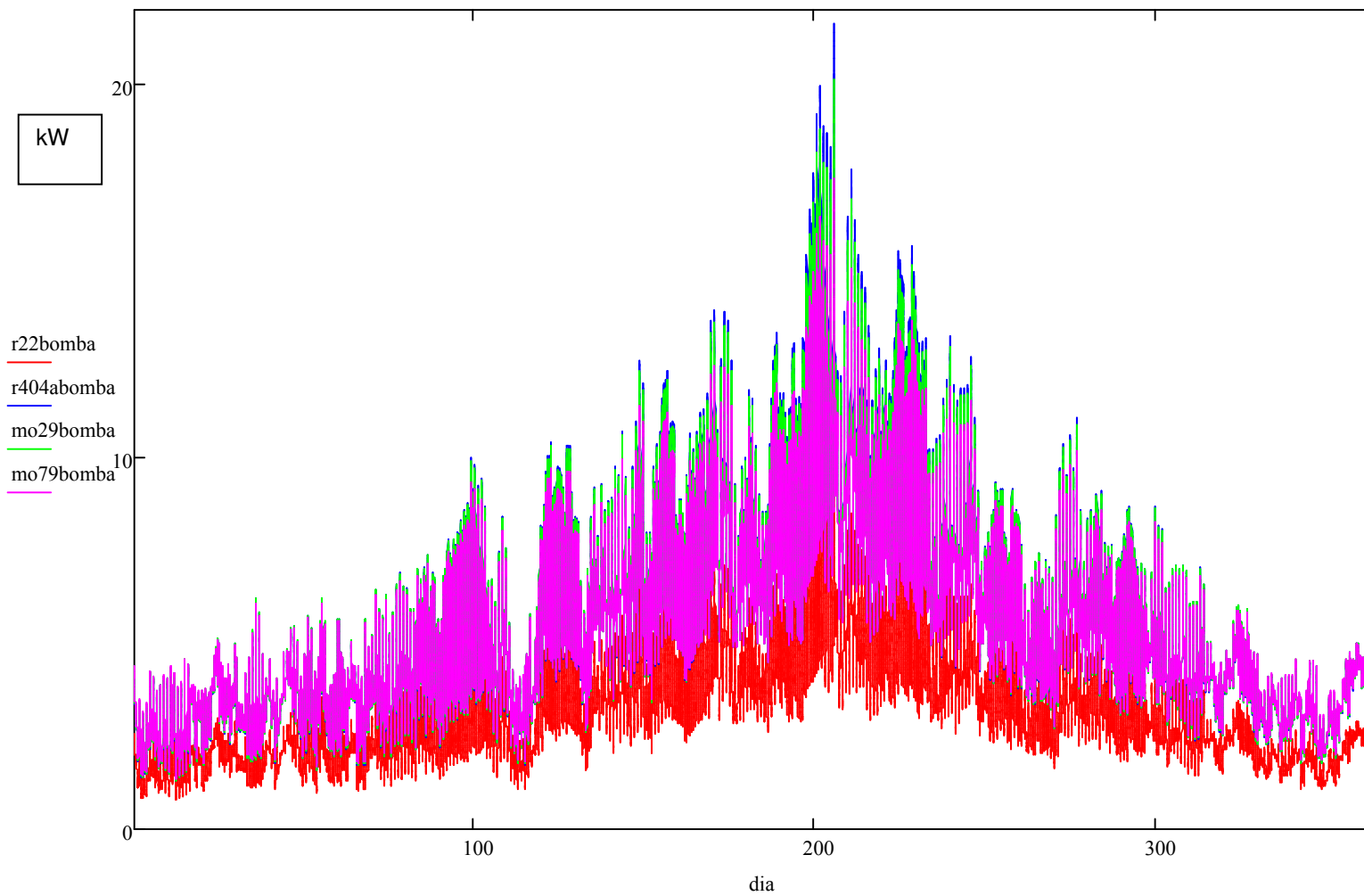
- SÁNCHEZ Y PINEDA DE LAS INFANTAS, María Teresa, *Ingeniería del frío: Teoría y práctica*. Ediciones A. Madrid Vicente, 2001. ISBN: 84-89922-33-0
- INSTITUTO INTERNACIONAL DEL FRÍO. *Guía del almacenamiento frigorífico*. Ediciones A. Madrid Vicente, 1995. ISBN 84-87440-80-0.
- PRESIDENCIA DEL GOBIERNO: *Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios*. RD 1751/1998 de 31 de Julio.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO. *Normativa básica de la edificación (NBE)*. Orden de 28 de Julio de 1977 por el que se desarrolla el RD 1650/1977 de 10 de Junio.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO. *NBE-CT-79. Condiciones térmicas de los edificios*. Aprobado por el RD 2169/1981 de 22 de Mayo.
- MINISTERIO DE VIVIENDA: *Código técnico de la edificación, CTE-DB-HE*. Texto modificado por RD 1371/2007 de 19 de Octubre y correcciones de errores BOE 25/01/2008.
- IZQUIERDO MILLÁN, Marcelo. *Apuntes de la asignatura “Calor y frío industrial”*
- Web del fabricante de refrigerantes DuPont:
http://refrigerants.dupont.com/Suva/en_US/products/index.html



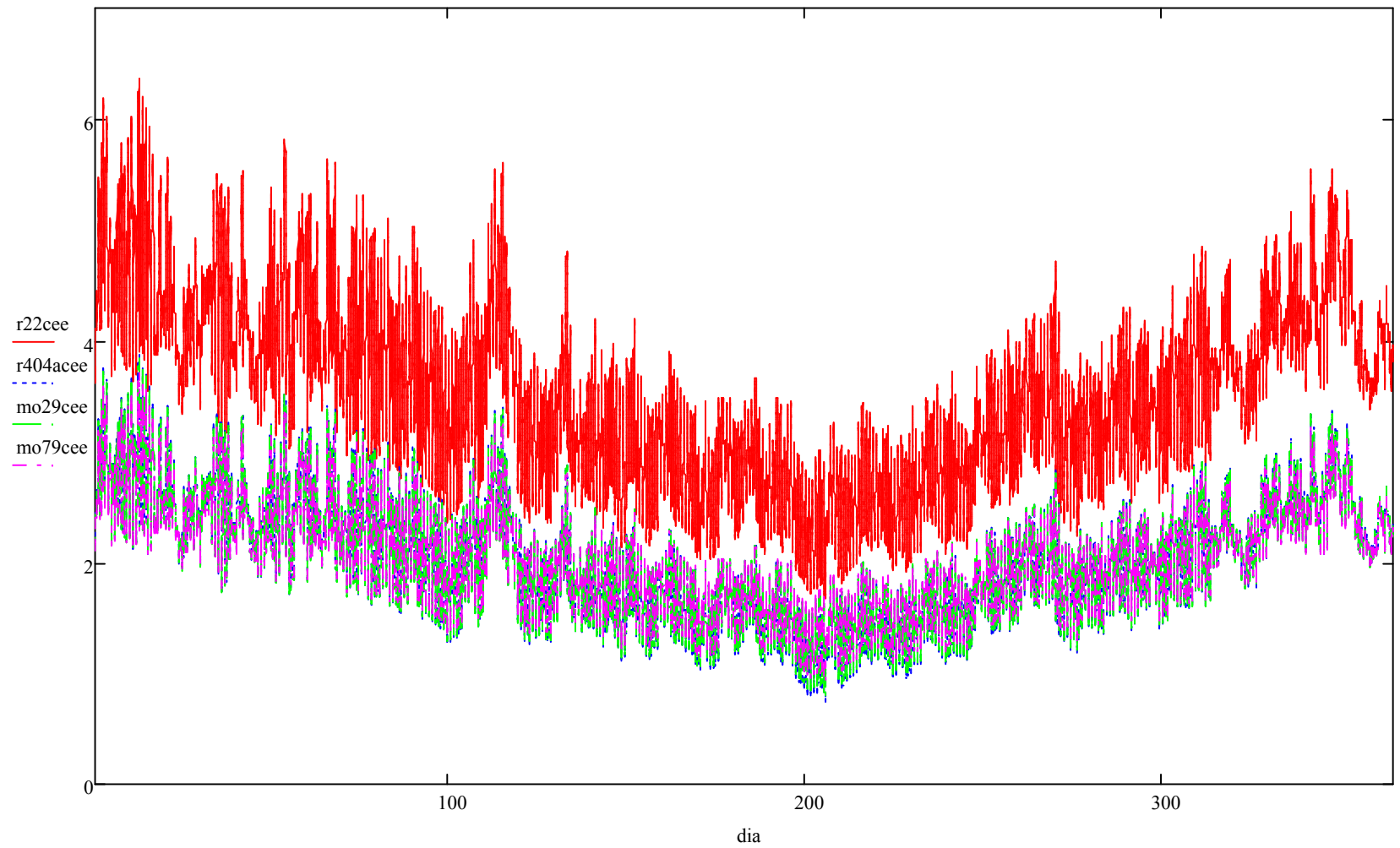
ANEXO 1: GRÁFICAS DE LAS SIMULACIONES ANUALES



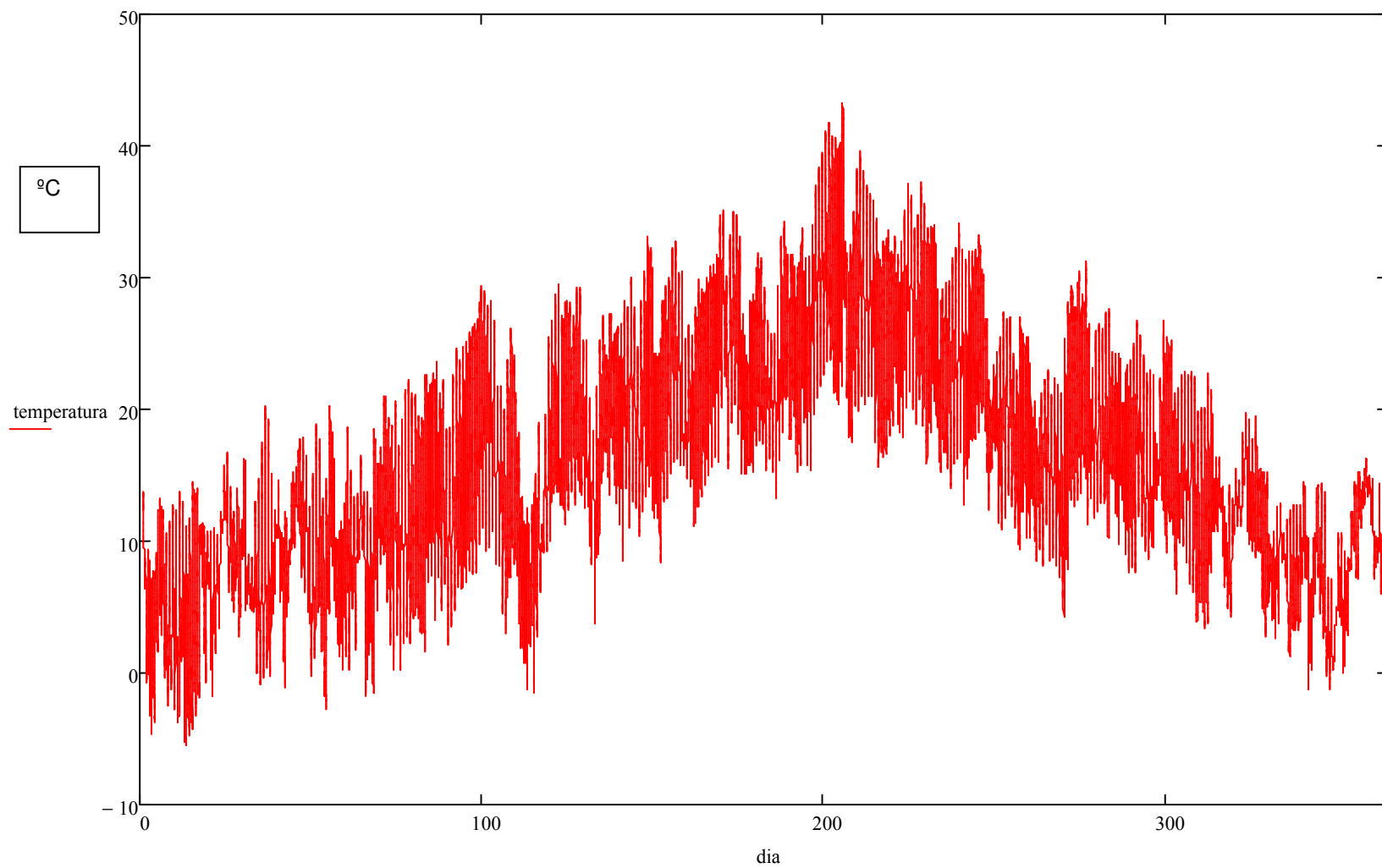
Evolución de la carga térmica a lo largo del año



Consumo de energía en el compresor a lo largo del año y para todos los refrigerantes.



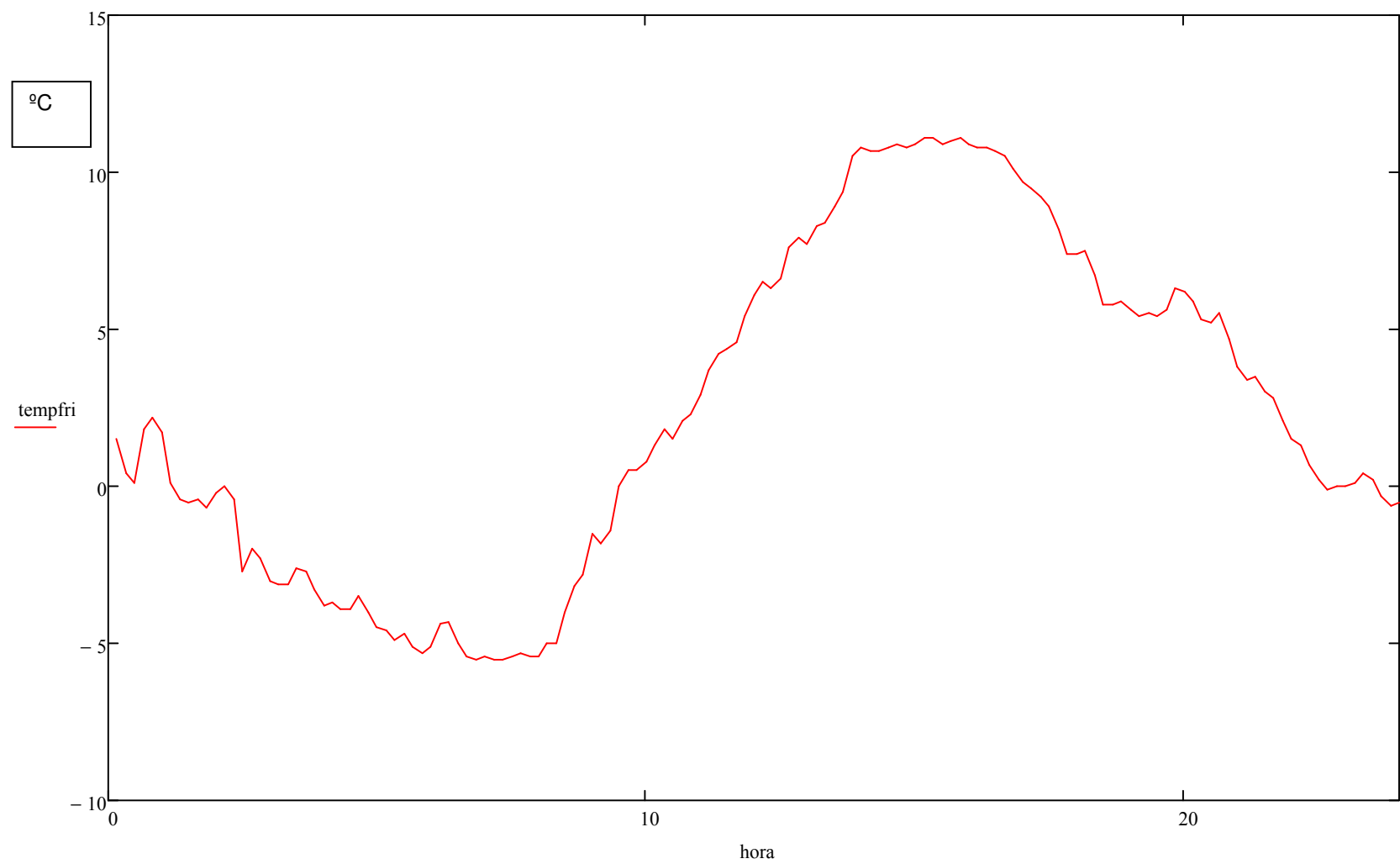
CEE a lo largo del año para todos los refrigerantes



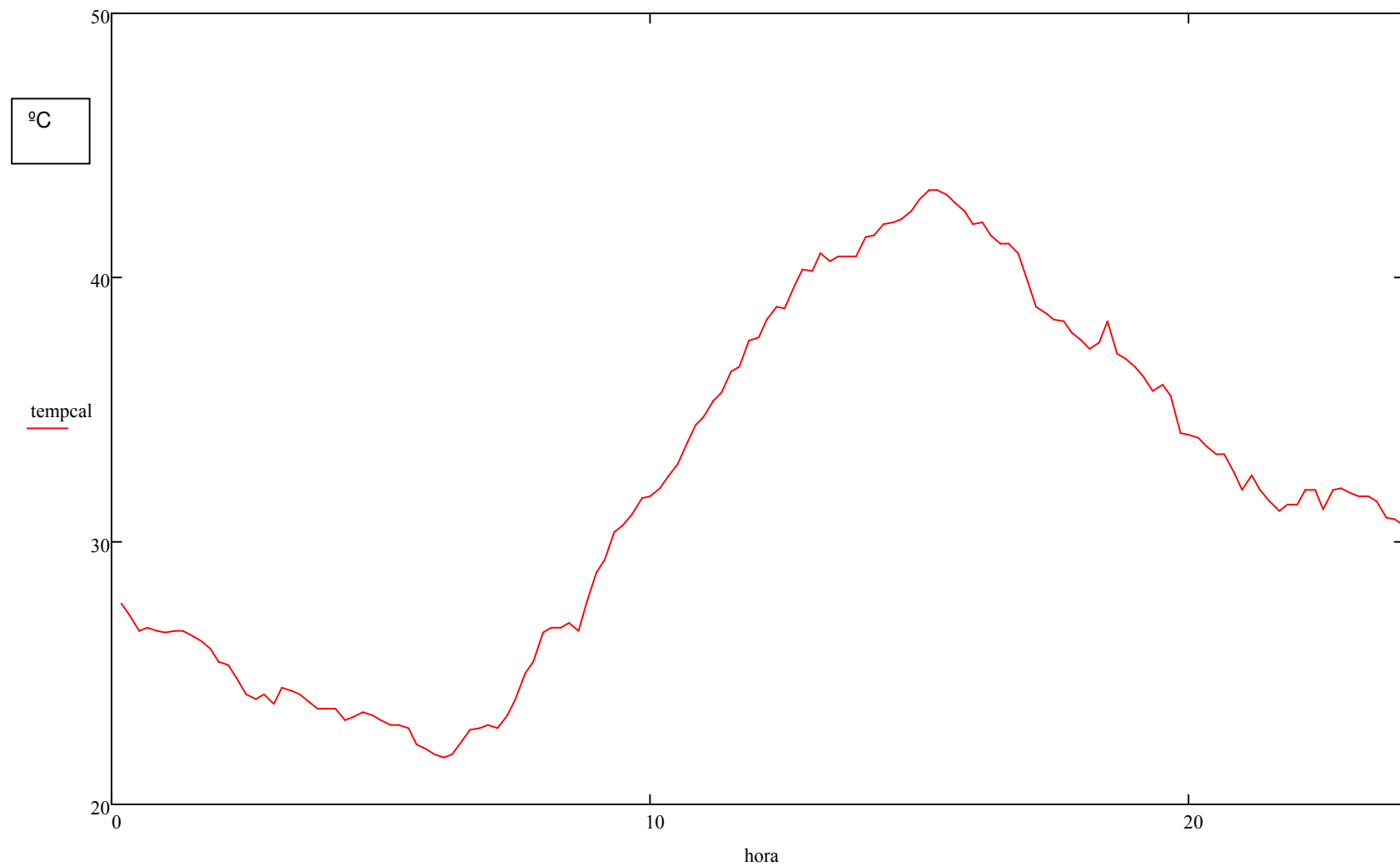
Evolución de la temperatura a lo largo del año.



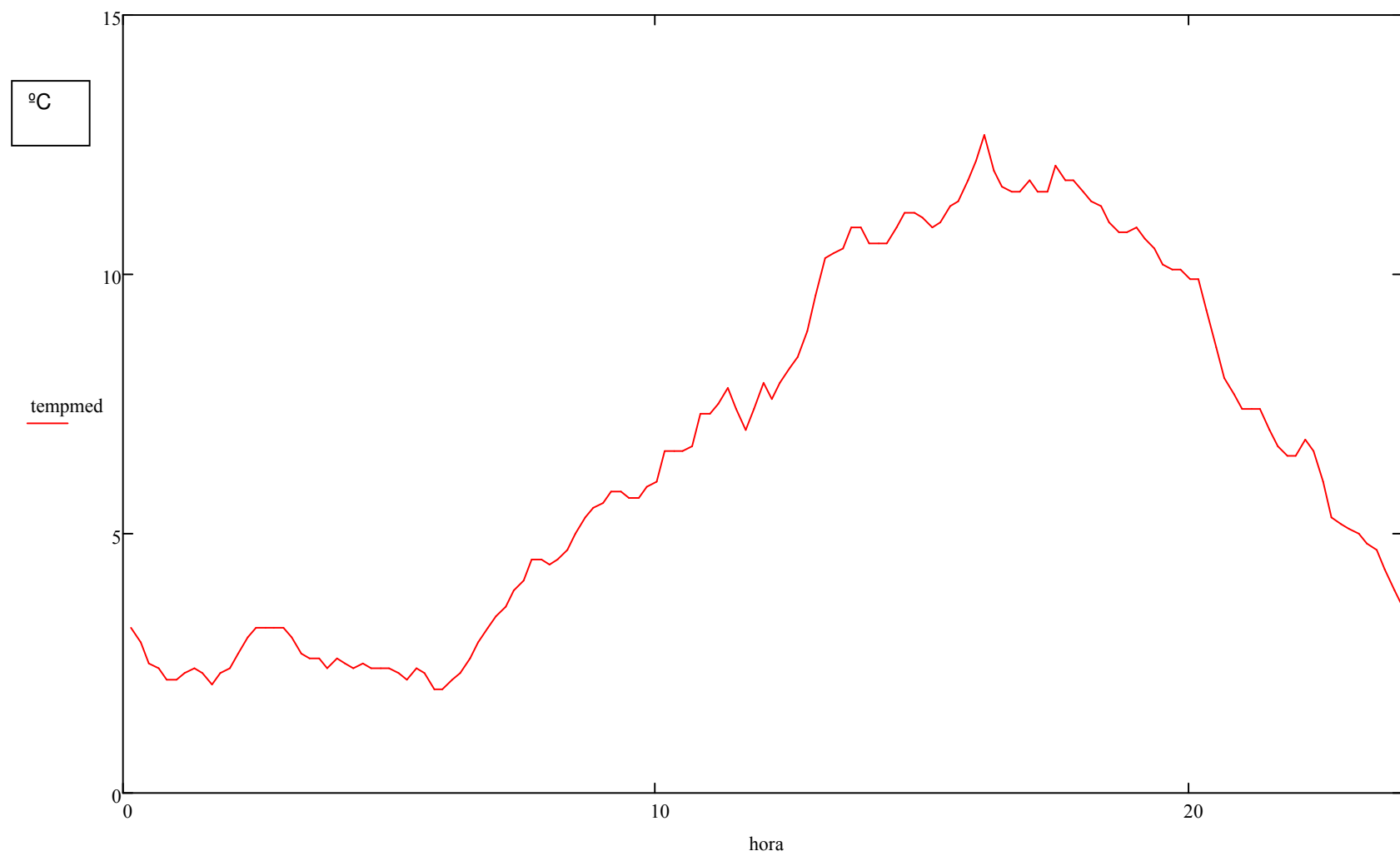
ANEXO 2: GRÁFICAS DE LAS SIMULACIONES DIARIAS



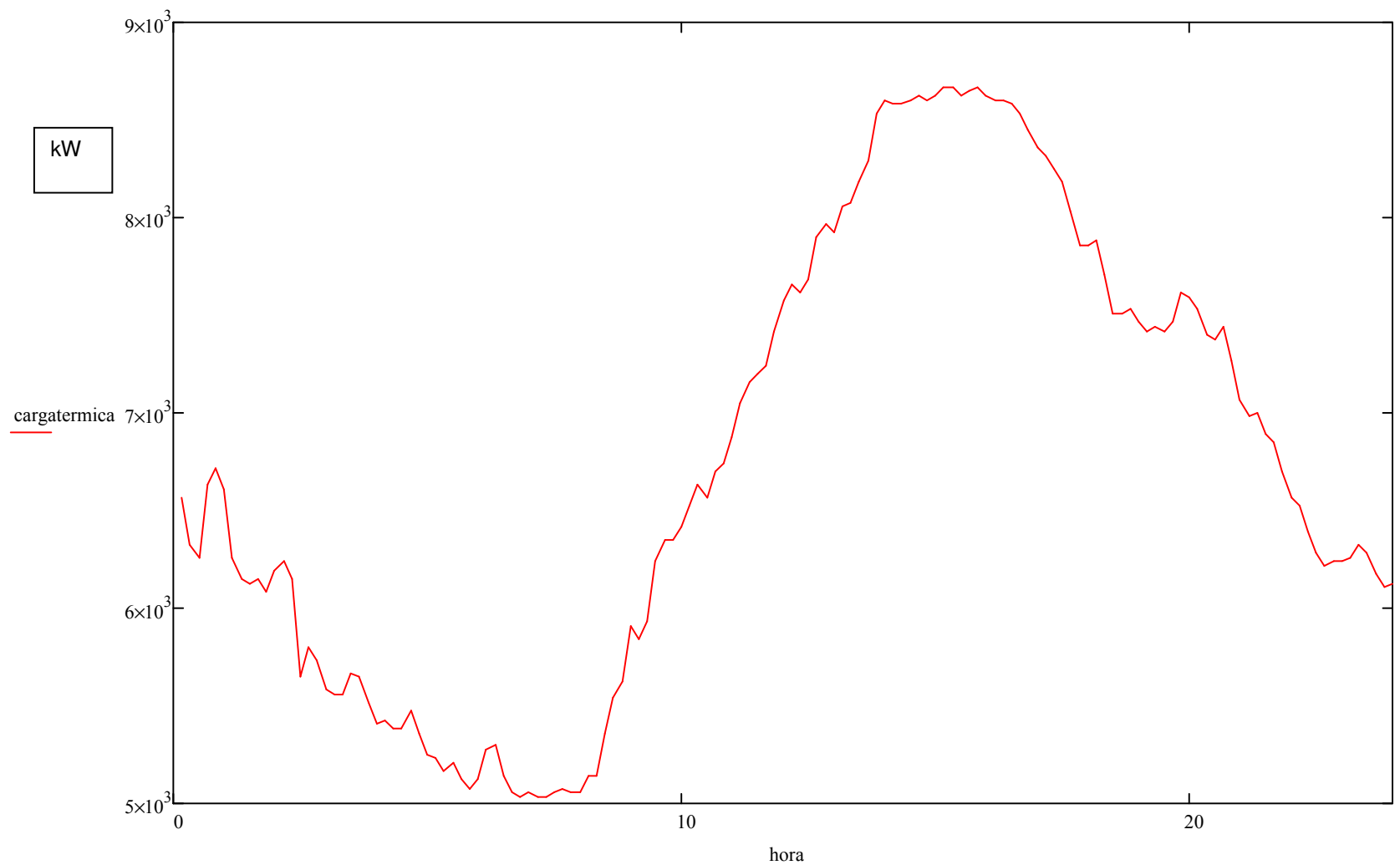
Evolución de la temperatura el día de invierno



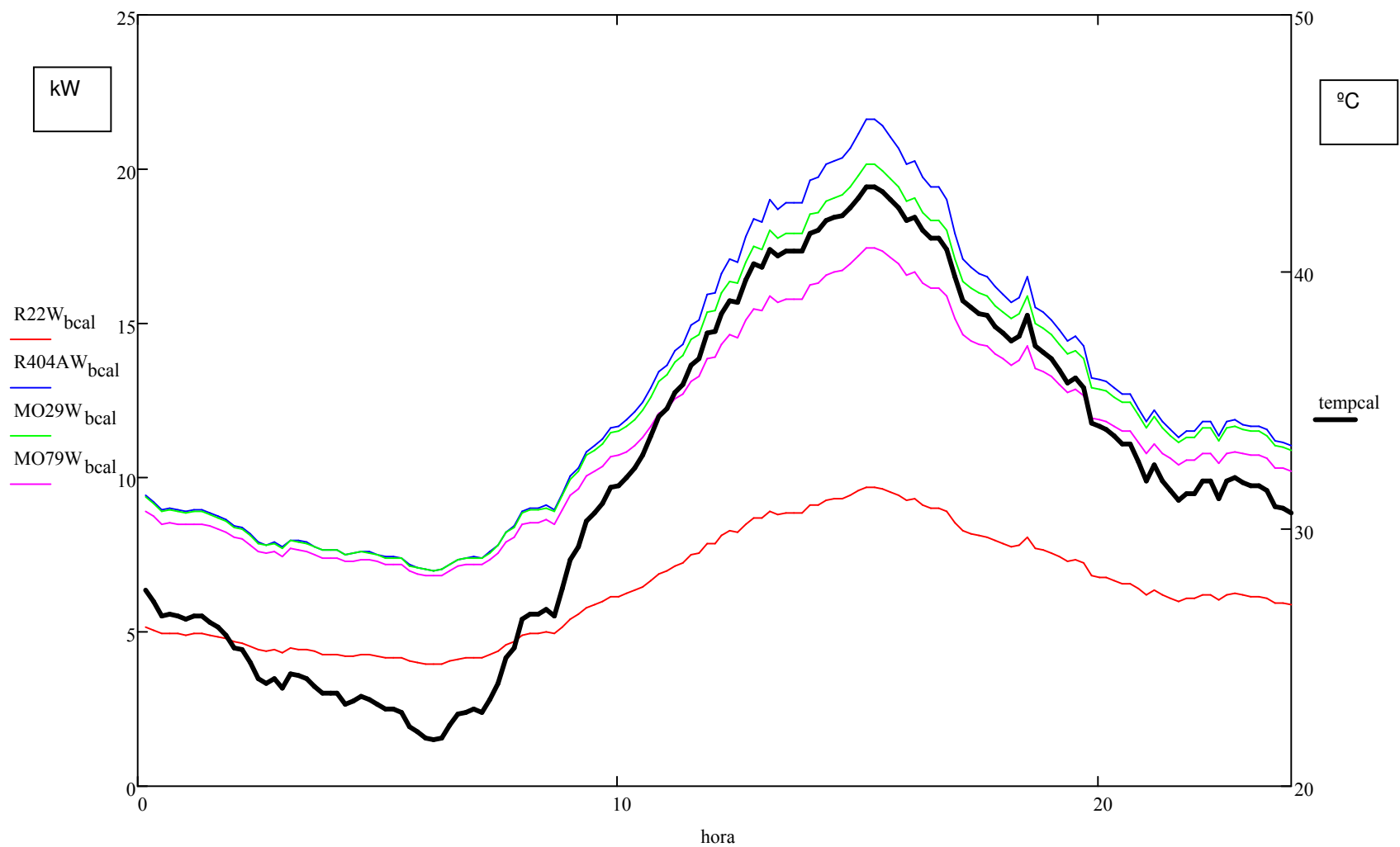
Evolución de la temperatura en el día de verano



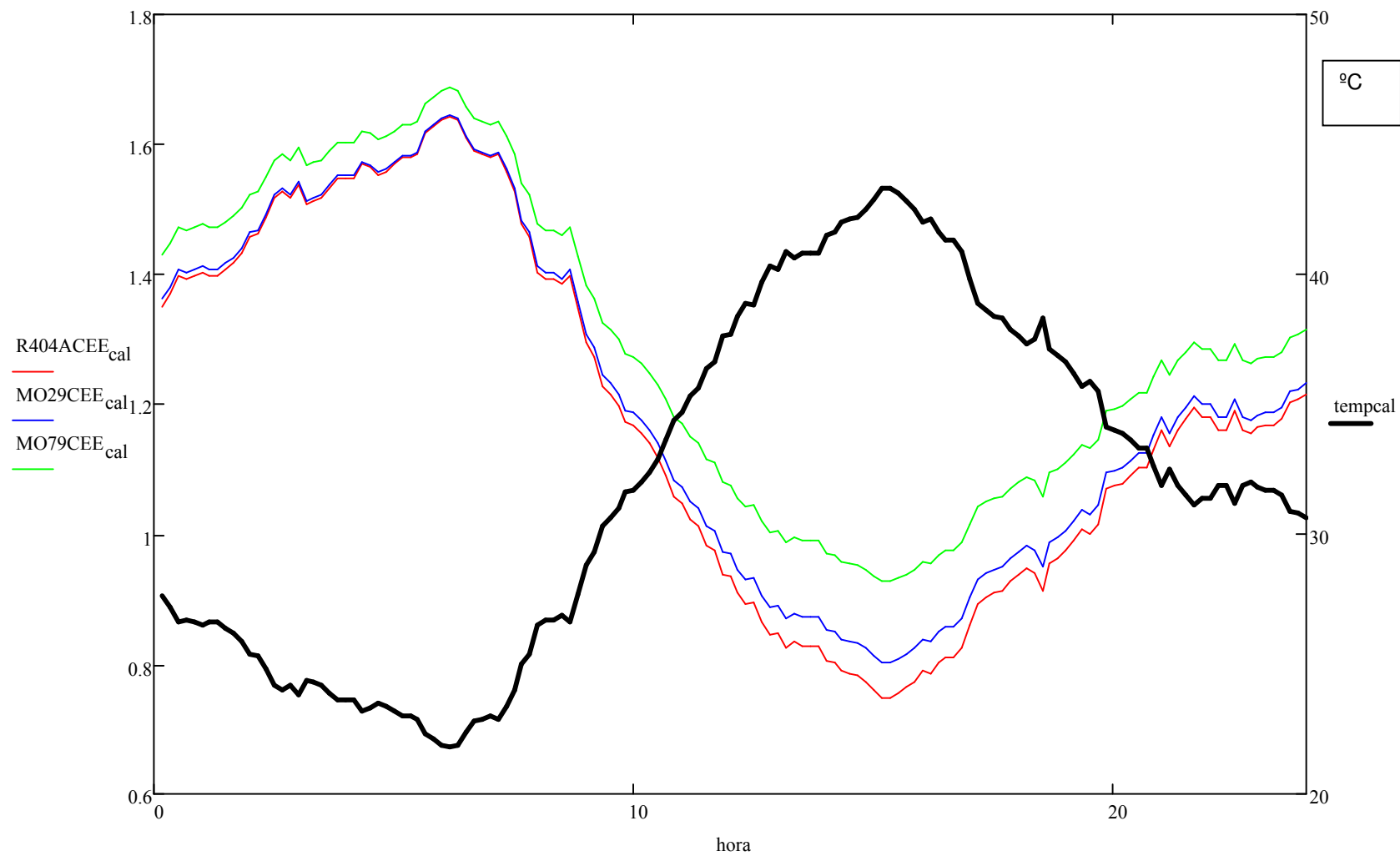
Evolución de la temperatura en un día templado.



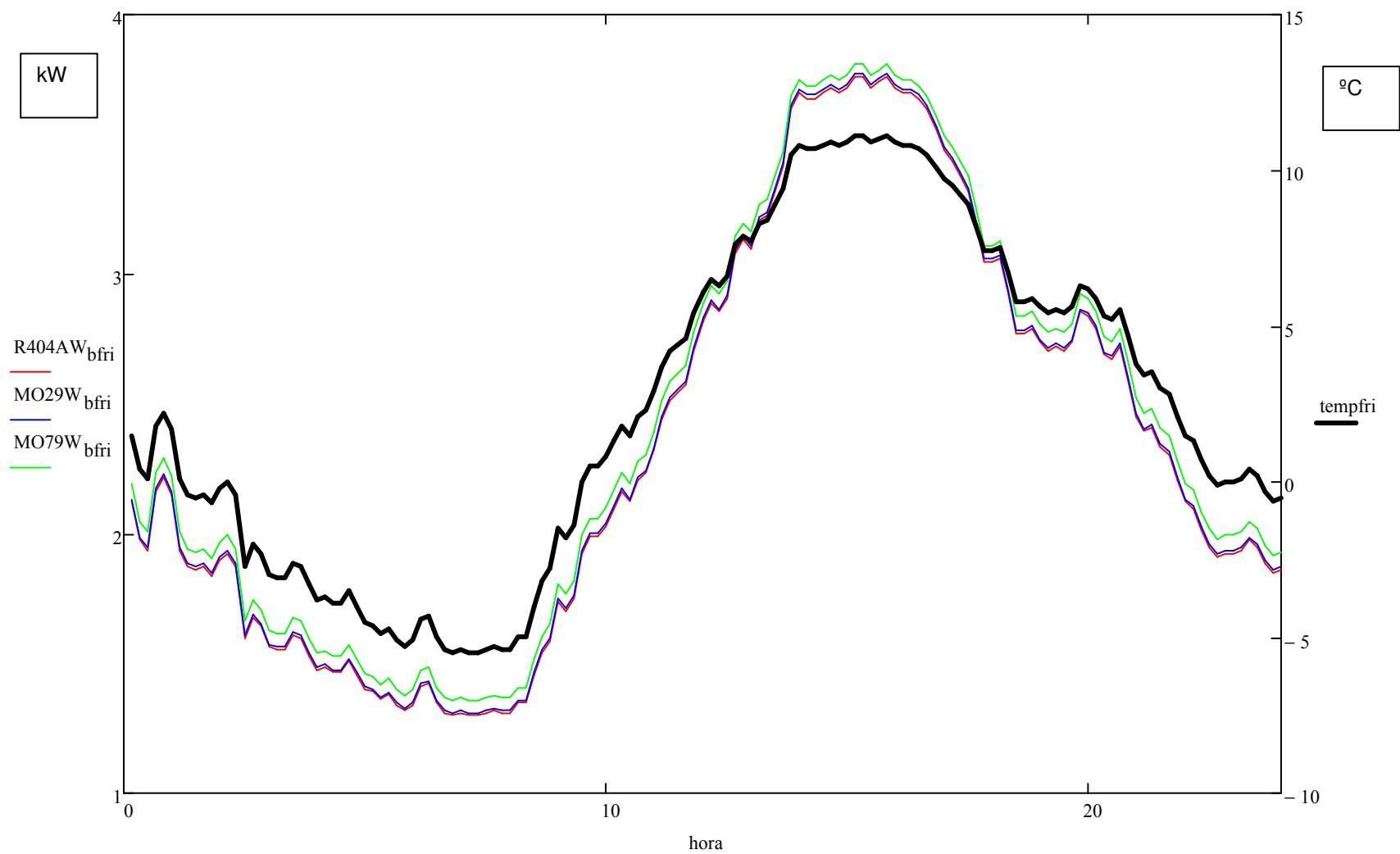
Ejemplo de evolución de la carga térmica. Día de invierno



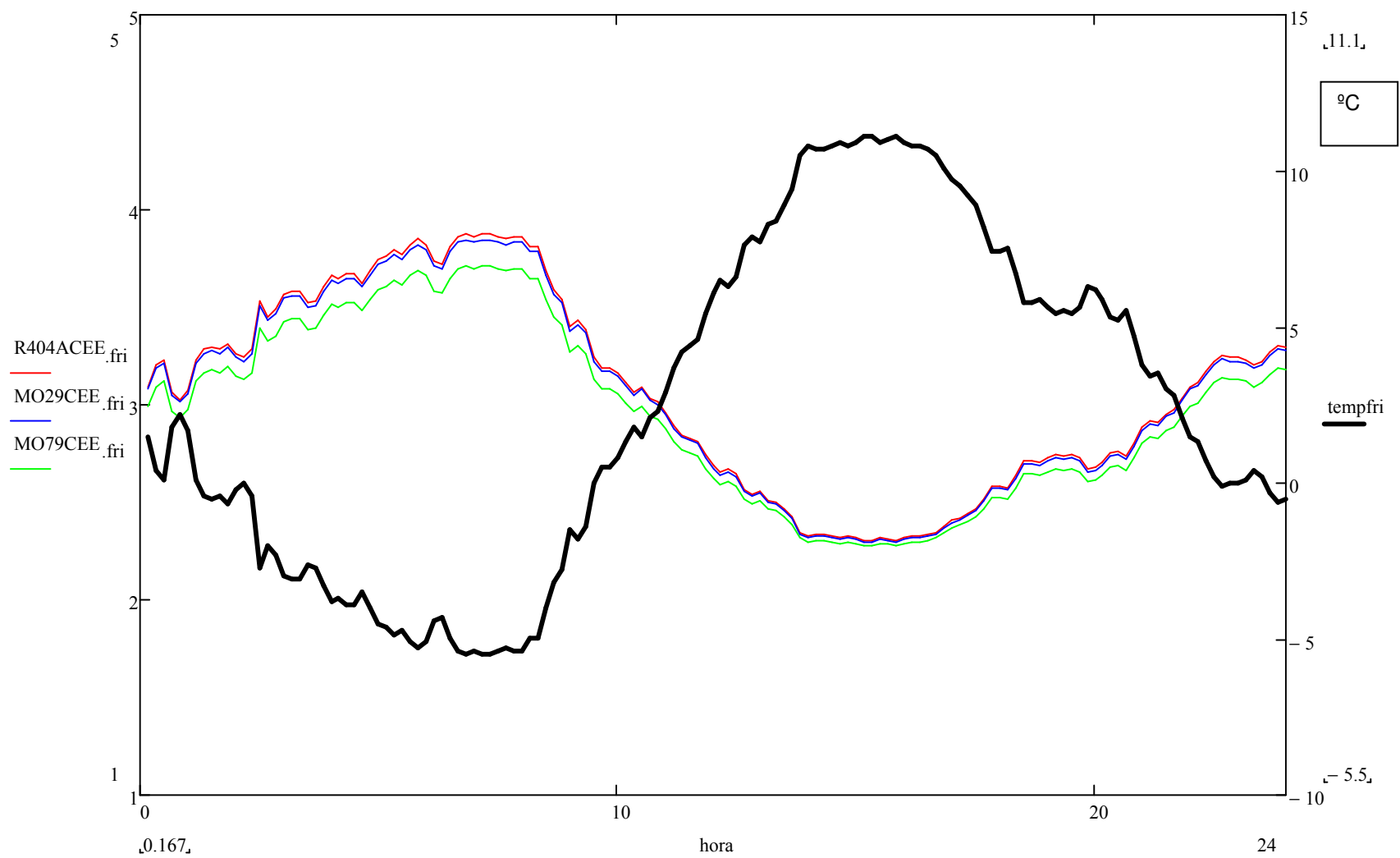
Potencia en el compresor para el día de verano



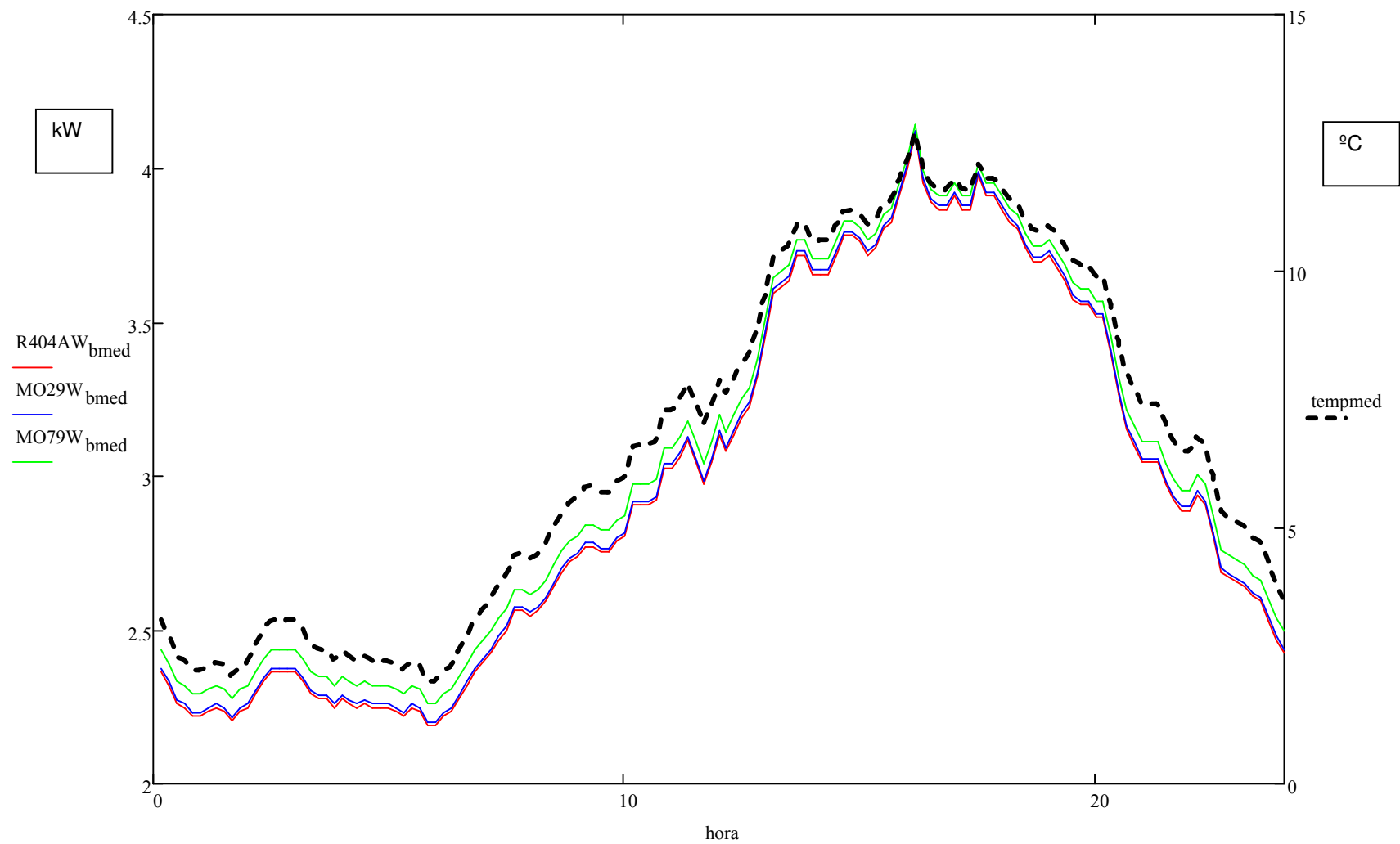
CEE para el día de verano



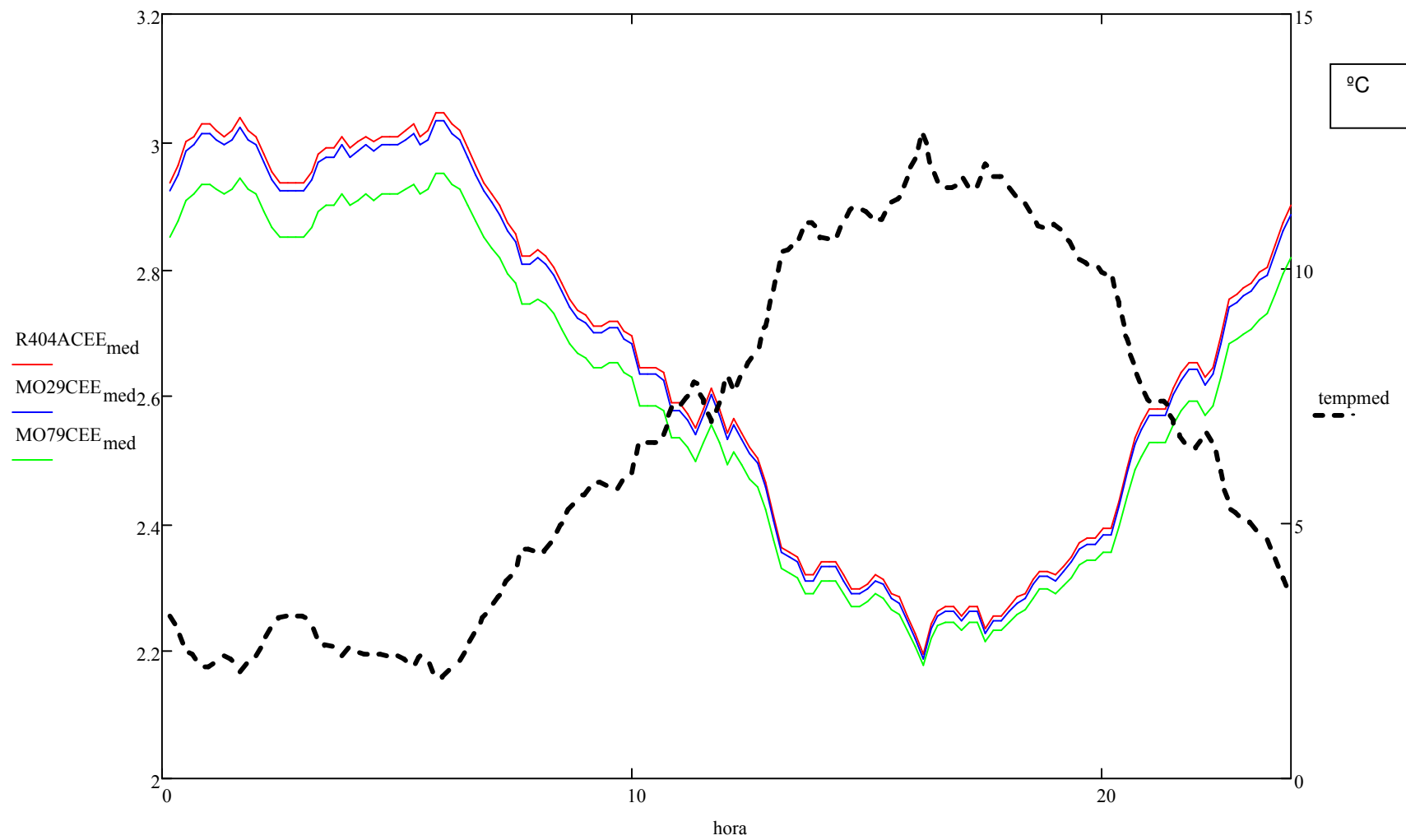
Potencia en el compresor para el día de invierno



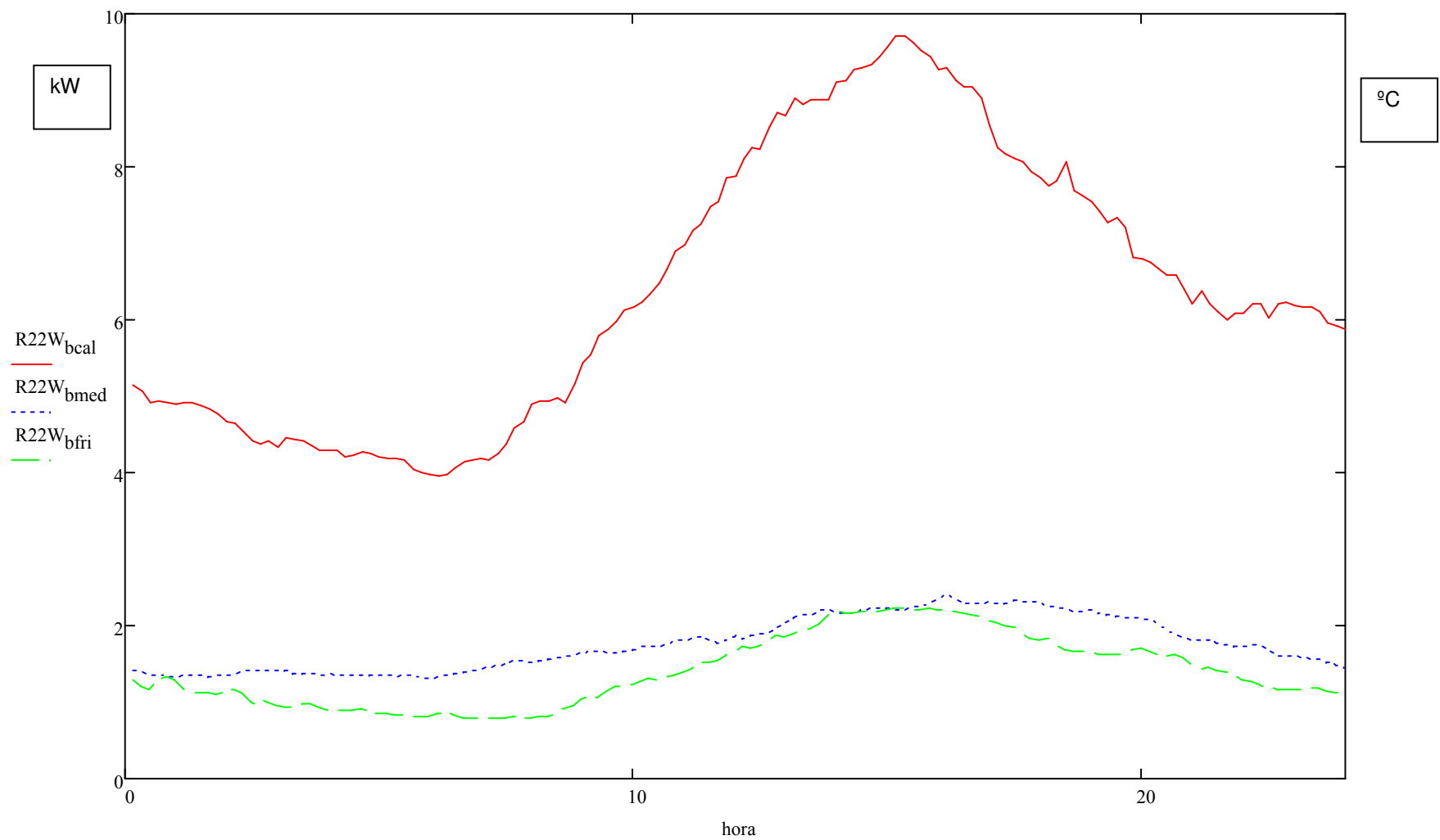
CEE para el día de invierno.



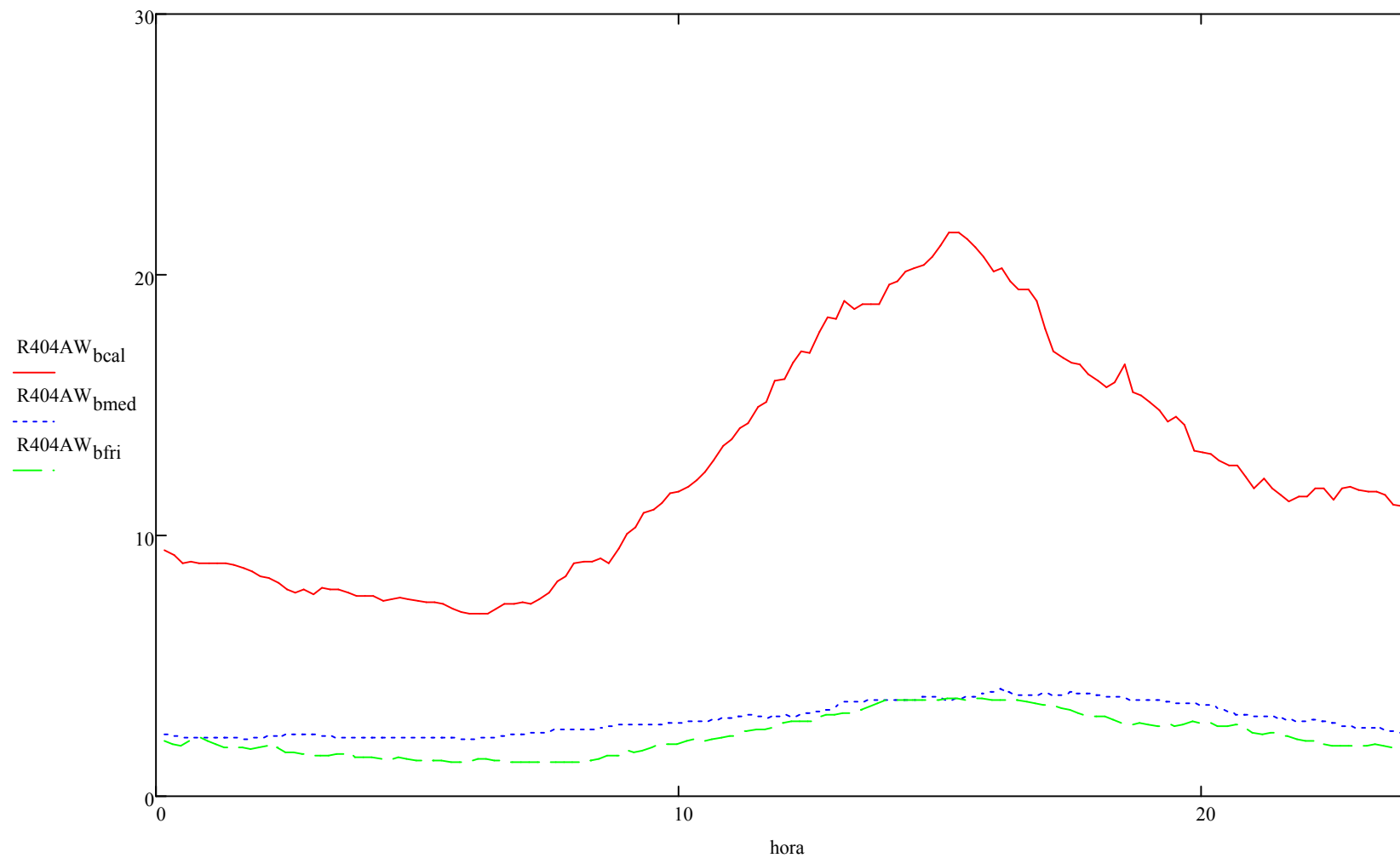
Potencia en el compresor para el día templado.



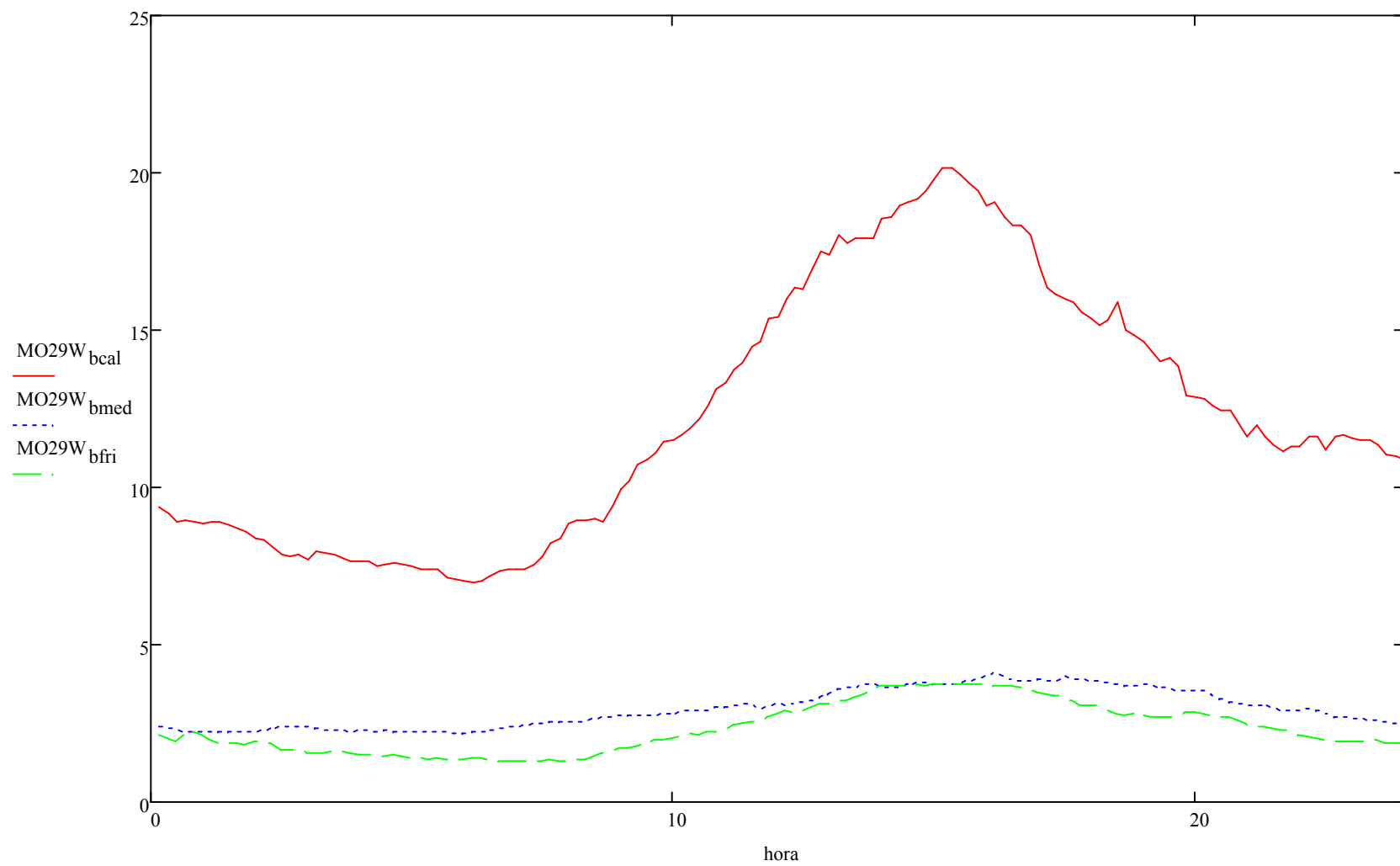
CEE para el día templado.



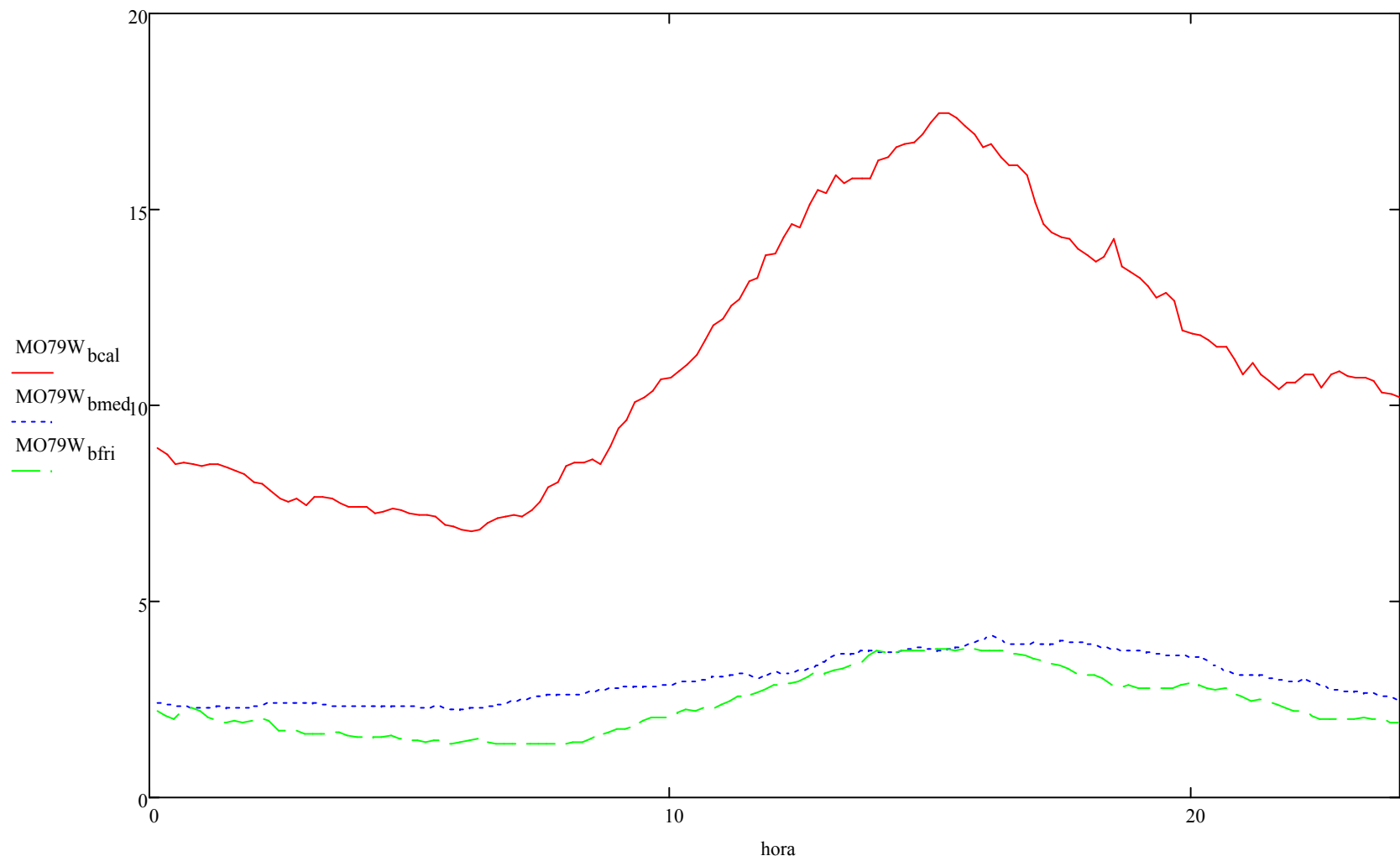
Consumo con R22 para los tres casos



Consumo con R404A para los tres casos



Consumo con MO29 para los tres casos.



Consumo con MO79 para los tres casos.



ANEXO 3: INFORMACIÓN TÉCNICA NUEVOS REFRIGERANTES



DuPont™ ISCEON® 9 Series

REFRIGERANTS

Technical Information

Thermodynamic Properties of DuPont™ ISCEON® M029 SI Units



The miracles of science™

Thermodynamic Properties of DuPont™ ISCEON® MO29 Refrigerant (R-125/R-134a/R-600a – 65.1/31.5/3.4% by weight)

SI Units

Tables of the thermodynamic properties of ISCEON® MO29 have been developed and are presented here. This information is based on values calculated using the NIST REFPROP Database (McLinden, M.O., Klein, S.A., Lemmon, E.W., and Peskin, A.P., NIST Standard Reference Database 23, NIST thermodynamic and transport properties of refrigerants and refrigerant mixtures – REFPROP version 7.0, Standard Reference Data Program, National Institute of Standards and Technology, 2005).

Units

P = Pressure in kPa. Absolute

T = Temperature in Celsius

V_f = Fluid (liquid) specific volume in cubic meters per kilogram

V_g = Vapour (gas) specific volume in cubic meters per kilogram

d_f = Density of saturated vapour in kilograms per cubic meter

d_g = Density of saturated liquid in kilograms per cubic meter

h = Enthalpy (kJ/kg)

s = Entropy (kJ/kg·K)

Reference points for Enthalpy and Entropy:

h_f = 200 kJ/kg at 0°C

s_f = 1 kJ/kg·K at 0°C

Physical Properties

Chemical Formula	$\text{CHF}_2\text{CF}_3/\text{CH}_2\text{FCF}_3/(\text{CH}_3)_3\text{CH}$ (65.1/31.5/3.4% by weight)
Molecular mass	109.94
Boiling Point At one atmosphere	−43.20°C
Critical Temperature	79.56°C
Critical Pressure	3903 kPa
Critical Density	529.0 kg/m ³
Critical Volume	0.0019 m ³ /kg

Table 1
DuPont™ ISCEON® MO29 Saturation Properties—Temperature Table

TEMP. °C	PRESSURE (kPa)		VOLUME (m³/kg)		DENSITY (kg/m³)		ENTHALPY (kJ/kg)			ENTROPY (kJ/K·kg)		TEMP. °C
	LIQUID	VAPOUR	LIQUID v_f	VAPOUR v_g	LIQUID d_f	VAPOUR d_g	LIQUID h_f	LATENT h_{fg}	VAPOUR h_g	LIQUID s_f	VAPOUR s_g	
–100	2.4	1.2	0.0006	10.6440	1576.4	0.094	78.9	219.0	298.0	0.4524	1.7471	–100
–99	2.6	1.4	0.0006	9.6506	1573.3	0.104	80.1	218.5	298.6	0.4591	1.7427	–99
–98	2.9	1.5	0.0006	8.7626	1570.3	0.114	81.3	217.9	299.2	0.4658	1.7383	–98
–97	3.2	1.7	0.0006	7.9676	1567.2	0.126	82.4	217.3	299.7	0.4724	1.7341	–97
–96	3.4	1.8	0.0006	7.2548	1564.1	0.138	83.6	216.7	300.3	0.4790	1.7300	–96
–95	3.8	2.0	0.0006	6.6146	1561.1	0.151	84.8	216.2	300.9	0.4855	1.7259	–95
–94	4.1	2.2	0.0006	6.0389	1558.0	0.166	85.9	215.6	301.5	0.4920	1.7220	–94
–93	4.4	2.5	0.0006	5.5205	1555.0	0.181	87.1	215.0	302.1	0.4985	1.7181	–93
–92	4.8	2.7	0.0006	5.0531	1551.9	0.198	88.2	214.5	302.7	0.5049	1.7143	–92
–91	5.2	3.0	0.0006	4.6310	1548.9	0.216	89.4	213.9	303.3	0.5113	1.7106	–91
–90	5.7	3.2	0.0006	4.2493	1545.8	0.235	90.6	213.3	303.9	0.5177	1.7070	–90
–89	6.1	3.6	0.0006	3.9038	1542.8	0.256	91.7	212.8	304.5	0.5240	1.7035	–89
–88	6.7	3.9	0.0006	3.5906	1539.8	0.279	92.9	212.2	305.1	0.5302	1.7001	–88
–87	7.2	4.2	0.0007	3.3064	1536.7	0.302	94.0	211.7	305.7	0.5365	1.6967	–87
–86	7.8	4.6	0.0007	3.0481	1533.7	0.328	95.2	211.1	306.3	0.5427	1.6935	–86
–85	8.4	5.0	0.0007	2.8131	1530.7	0.355	96.4	210.6	306.9	0.5489	1.6903	–85
–84	9.0	5.5	0.0007	2.5990	1527.6	0.385	97.5	210.0	307.5	0.5550	1.6872	–84
–83	9.7	5.9	0.0007	2.4038	1524.6	0.416	98.7	209.5	308.1	0.5612	1.6841	–83
–82	10.4	6.5	0.0007	2.2256	1521.6	0.449	99.8	208.9	308.7	0.5672	1.6811	–82
–81	11.2	7.0	0.0007	2.0627	1518.6	0.485	101.0	208.3	309.3	0.5733	1.6782	–81
–80	12.1	7.6	0.0007	1.9136	1515.5	0.523	102.2	207.8	310.0	0.5793	1.6754	–80
–79	12.9	8.2	0.0007	1.7771	1512.5	0.563	103.3	207.3	310.6	0.5853	1.6726	–79
–78	13.9	8.9	0.0007	1.6520	1509.5	0.605	104.5	206.7	311.2	0.5913	1.6699	–78
–77	14.9	9.6	0.0007	1.5371	1506.5	0.651	105.7	206.1	311.8	0.5972	1.6673	–77
–76	15.9	10.3	0.0007	1.4315	1503.4	0.699	106.8	205.6	312.4	0.6032	1.6647	–76
–75	17.0	11.1	0.0007	1.3344	1500.4	0.749	108.0	205.0	313.0	0.6090	1.6622	–75
–74	18.2	12.0	0.0007	1.2450	1497.4	0.803	109.1	204.5	313.6	0.6149	1.6598	–74
–73	19.4	12.9	0.0007	1.1626	1494.3	0.860	110.3	203.9	314.3	0.6207	1.6574	–73
–72	20.7	13.9	0.0007	1.0866	1491.3	0.920	111.5	203.4	314.9	0.6266	1.6551	–72
–71	22.1	14.9	0.0007	1.0164	1488.3	0.984	112.6	202.8	315.5	0.6323	1.6528	–71
–70	23.5	16.0	0.0007	0.9516	1485.2	1.051	113.8	202.3	316.1	0.6381	1.6506	–70
–69	25.0	17.1	0.0007	0.8916	1482.2	1.122	115.0	201.7	316.7	0.6438	1.6485	–69
–68	26.6	18.3	0.0007	0.8361	1479.1	1.196	116.2	201.2	317.3	0.6496	1.6464	–68
–67	28.3	19.6	0.0007	0.7846	1476.1	1.275	117.3	200.6	318.0	0.6553	1.6443	–67
–66	30.1	21.0	0.0007	0.7369	1473.0	1.357	118.5	200.1	318.6	0.6609	1.6423	–66
–65	31.9	22.4	0.0007	0.6926	1470.0	1.444	119.7	199.5	319.2	0.6666	1.6404	–65
–64	33.9	23.9	0.0007	0.6515	1466.9	1.535	120.9	199.0	319.8	0.6722	1.6385	–64
–63	35.9	25.5	0.0007	0.6132	1463.8	1.631	122.0	198.4	320.4	0.6778	1.6366	–63
–62	38.0	27.2	0.0007	0.5776	1460.7	1.731	123.2	197.9	321.1	0.6834	1.6348	–62
–61	40.3	29.0	0.0007	0.5445	1457.7	1.837	124.4	197.3	321.7	0.6890	1.6330	–61
–60	42.6	30.8	0.0007	0.5136	1454.6	1.947	125.6	196.7	322.3	0.6945	1.6313	–60
–59	45.1	32.8	0.0007	0.4848	1451.5	2.063	126.8	196.2	322.9	0.7000	1.6297	–59
–58	47.6	34.8	0.0007	0.4579	1448.4	2.184	127.9	195.6	323.5	0.7055	1.6280	–58
–57	50.3	37.0	0.0007	0.4328	1445.3	2.311	129.1	195.0	324.2	0.7110	1.6265	–57
–56	53.1	39.3	0.0007	0.4093	1442.2	2.443	130.3	194.5	324.8	0.7165	1.6249	–56
–55	56.1	41.6	0.0007	0.3874	1439.1	2.582	131.5	193.9	325.4	0.7219	1.6234	–55
–54	59.1	44.1	0.0007	0.3668	1435.9	2.726	132.7	193.3	326.0	0.7274	1.6220	–54
–53	62.3	46.7	0.0007	0.3475	1432.8	2.877	133.9	192.8	326.6	0.7328	1.6205	–53
–52	65.6	49.5	0.0007	0.3295	1429.7	3.035	135.1	192.2	327.3	0.7382	1.6192	–52
–51	69.1	52.3	0.0007	0.3126	1426.5	3.199	136.3	191.6	327.9	0.7435	1.6178	–51
–50	72.7	55.3	0.0007	0.2967	1423.4	3.371	137.5	191.0	328.5	0.7489	1.6165	–50
–49	76.4	58.5	0.0007	0.2818	1420.2	3.549	138.6	190.5	329.1	0.7542	1.6152	–49
–48	80.3	61.7	0.0007	0.2677	1417.1	3.735	139.8	189.9	329.7	0.7596	1.6140	–48
–47	84.4	65.1	0.0007	0.2546	1413.9	3.929	141.0	189.3	330.3	0.7649	1.6128	–47
–46	88.6	68.7	0.0007	0.2421	1410.7	4.130	142.3	188.7	331.0	0.7702	1.6116	–46
–45	93.0	72.4	0.0007	0.2305	1407.5	4.339	143.5	188.1	331.6	0.7754	1.6105	–45
–44	97.6	76.3	0.0007	0.2195	1404.3	4.557	144.7	187.5	332.2	0.7807	1.6094	–44
–43	102.3	80.3	0.0007	0.2091	1401.1	4.783	145.9	187.0	332.8	0.7859	1.6083	–43
–42	107.2	84.5	0.0007	0.1993	1397.9	5.018	147.1	186.4	333.4	0.7912	1.6072	–42
–41	112.3	88.8	0.0007	0.1901	1394.6	5.262	148.3	185.8	334.0	0.7964	1.6062	–41

Table 1 *(continued)*
DuPont™ ISCEON® MO29 Saturation Properties—Temperature Table

TEMP. °C	PRESSURE (kPa)		VOLUME (m³/kg)		DENSITY (kg/m³)		ENTHALPY (kJ/kg)			ENTROPY (kJ/K·kg)		TEMP. °C
	LIQUID	VAPOUR	LIQUID v_f	VAPOUR v_g	LIQUID d_f	VAPOUR d_g	LIQUID h_f	LATENT h_{fg}	VAPOUR h_g	LIQUID s_f	VAPOUR s_g	
–40	117.6	93.4	0.0007	0.1813	1391.4	5.515	149.5	185.2	334.7	0.8016	1.6052	–40
–39	123.1	98.1	0.0007	0.1731	1388.2	5.778	150.7	184.6	335.3	0.8068	1.6043	–39
–38	128.7	103.0	0.0007	0.1653	1384.9	6.050	151.9	183.9	335.9	0.8119	1.6033	–38
–37	134.6	108.1	0.0007	0.1579	1381.6	6.332	153.2	183.3	336.5	0.8171	1.6024	–37
–36	140.7	113.4	0.0007	0.1510	1378.3	6.625	154.4	182.7	337.1	0.8222	1.6015	–36
–35	147.0	118.9	0.0007	0.1444	1375.0	6.928	155.6	182.1	337.7	0.8274	1.6007	–35
–34	153.5	124.6	0.0007	0.1381	1371.7	7.241	156.8	181.5	338.3	0.8325	1.5999	–34
–33	160.2	130.5	0.0007	0.1322	1368.4	7.566	158.1	180.9	338.9	0.8376	1.5991	–33
–32	167.2	136.7	0.0007	0.1266	1365.1	7.902	159.3	180.2	339.5	0.8427	1.5983	–32
–31	174.4	143.0	0.0007	0.1212	1361.8	8.250	160.5	179.6	340.1	0.8478	1.5975	–31
–30	181.8	149.6	0.0007	0.1162	1358.4	8.610	161.7	179.0	340.7	0.8528	1.5968	–30
–29	189.5	156.4	0.0007	0.1113	1355.0	8.982	163.0	178.4	341.3	0.8579	1.5961	–29
–28	197.4	163.5	0.0007	0.1068	1351.7	9.366	164.2	177.7	341.9	0.8629	1.5954	–28
–27	205.6	170.8	0.0007	0.1024	1348.3	9.763	165.5	177.1	342.5	0.8679	1.5947	–27
–26	214.0	178.3	0.0007	0.0983	1344.9	10.173	166.7	176.4	343.1	0.8730	1.5941	–26
–25	222.7	186.1	0.0007	0.0944	1341.5	10.597	168.0	175.8	343.7	0.8780	1.5934	–25
–24	231.7	194.2	0.0007	0.0906	1338.0	11.034	169.2	175.1	344.3	0.8830	1.5928	–24
–23	241.0	202.5	0.0007	0.0871	1334.6	11.485	170.5	174.5	344.9	0.8879	1.5922	–23
–22	250.5	211.1	0.0008	0.0837	1331.1	11.951	171.7	173.8	345.5	0.8929	1.5917	–22
–21	260.3	220.0	0.0008	0.0804	1327.6	12.432	173.0	173.1	346.1	0.8979	1.5911	–21
–20	270.4	229.2	0.0008	0.0774	1324.2	12.927	174.2	172.5	346.7	0.9028	1.5906	–20
–19	280.8	238.7	0.0008	0.0744	1320.6	13.438	175.5	171.8	347.3	0.9078	1.5900	–19
–18	291.6	248.4	0.0008	0.0716	1317.1	13.965	176.8	171.1	347.9	0.9127	1.5895	–18
–17	302.6	258.5	0.0008	0.0689	1313.6	14.508	178.0	170.4	348.4	0.9176	1.5891	–17
–16	313.9	268.8	0.0008	0.0664	1310.0	15.067	179.3	169.7	349.0	0.9225	1.5886	–16
–15	325.6	279.5	0.0008	0.0639	1306.4	15.644	180.6	169.0	349.6	0.9274	1.5881	–15
–14	337.6	290.5	0.0008	0.0616	1302.9	16.237	181.8	168.3	350.2	0.9323	1.5877	–14
–13	349.9	301.9	0.0008	0.0594	1299.2	16.849	183.1	167.6	350.7	0.9372	1.5873	–13
–12	362.5	313.5	0.0008	0.0572	1295.6	17.478	184.4	166.9	351.3	0.9421	1.5868	–12
–11	375.5	325.6	0.0008	0.0552	1292.0	18.127	185.7	166.2	351.9	0.9470	1.5864	–11
–10	388.9	337.9	0.0008	0.0532	1288.3	18.794	187.0	165.5	352.5	0.9518	1.5861	–10
–9	402.6	350.6	0.0008	0.0513	1284.6	19.480	188.3	164.8	353.0	0.9567	1.5857	–9
–8	416.7	363.7	0.0008	0.0495	1280.9	20.187	189.5	164.0	353.6	0.9615	1.5853	–8
–7	431.1	377.1	0.0008	0.0478	1277.2	20.914	190.8	163.3	354.1	0.9663	1.5850	–7
–6	446.0	390.9	0.0008	0.0462	1273.4	21.661	192.1	162.6	354.7	0.9712	1.5846	–6
–5	461.2	405.1	0.0008	0.0446	1269.7	22.430	193.4	161.8	355.3	0.9760	1.5843	–5
–4	476.8	419.7	0.0008	0.0431	1265.9	23.221	194.7	161.1	355.8	0.9808	1.5840	–4
–3	492.8	434.7	0.0008	0.0416	1262.1	24.034	196.1	160.3	356.4	0.9856	1.5837	–3
–2	509.1	450.0	0.0008	0.0402	1258.2	24.870	197.4	159.5	356.9	0.9904	1.5834	–2
–1	525.9	465.8	0.0008	0.0389	1254.4	25.729	198.7	158.8	357.4	0.9952	1.5831	–1
0	543.2	482.0	0.0008	0.0376	1250.5	26.613	200.0	158.0	358.0	1.0000	1.5828	0
1	560.8	498.6	0.0008	0.0363	1246.6	27.521	201.3	157.2	358.5	1.0048	1.5825	1
2	578.8	515.6	0.0008	0.0351	1242.7	28.454	202.7	156.4	359.1	1.0096	1.5822	2
3	597.3	533.1	0.0008	0.0340	1238.7	29.413	204.0	155.6	359.6	1.0143	1.5820	3
4	616.3	551.0	0.0008	0.0329	1234.7	30.398	205.3	154.8	360.1	1.0191	1.5817	4
5	635.7	569.4	0.0008	0.0318	1230.7	31.410	206.7	154.0	360.6	1.0239	1.5814	5
6	655.5	588.2	0.0008	0.0308	1226.7	32.450	208.0	153.2	361.2	1.0286	1.5812	6
7	675.8	607.5	0.0008	0.0298	1222.6	33.519	209.3	152.3	361.7	1.0334	1.5809	7
8	696.6	627.2	0.0008	0.0289	1218.5	34.617	210.7	151.5	362.2	1.0381	1.5807	8
9	717.8	647.5	0.0008	0.0280	1214.4	35.744	212.0	150.7	362.7	1.0429	1.5805	9
10	739.5	668.2	0.0008	0.0271	1210.2	36.902	213.4	149.8	363.2	1.0476	1.5802	10
11	761.7	689.4	0.0008	0.0263	1206.0	38.092	214.8	148.9	363.7	1.0523	1.5800	11
12	784.4	711.1	0.0008	0.0254	1201.8	39.314	216.1	148.1	364.2	1.0571	1.5798	12
13	807.6	733.3	0.0008	0.0246	1197.5	40.569	217.5	147.2	364.7	1.0618	1.5795	13
14	831.3	756.1	0.0008	0.0239	1193.2	41.859	218.9	146.3	365.2	1.0665	1.5793	14
15	855.6	779.3	0.0008	0.0232	1188.9	43.183	220.3	145.4	365.7	1.0713	1.5791	15
16	880.3	803.1	0.0008	0.0225	1184.5	44.543	221.6	144.5	366.1	1.0760	1.5789	16
17	905.6	827.4	0.0008	0.0218	1180.1	45.940	223.0	143.6	366.6	1.0807	1.5786	17
18	931.4	852.3	0.0009	0.0211	1175.7	47.376	224.4	142.6	367.1	1.0854	1.5784	18
19	957.8	877.7	0.0009	0.0205	1171.2	48.850	225.8	141.7	367.5	1.0901	1.5782	19

Table 1 *(continued)*
DuPont™ ISCEON® MO29 Saturation Properties—Temperature Table

TEMP. °C	PRESSURE (kPa)		VOLUME (m³/kg)		DENSITY (kg/m³)		ENTHALPY (kJ/kg)			ENTROPY (kJ/K·kg)		TEMP. °C
	LIQUID	VAPOUR	LIQUID v_f	VAPOUR v_g	LIQUID d_f	VAPOUR d_g	LIQUID h_f	LATENT h_{fg}	VAPOUR h_g	LIQUID s_f	VAPOUR s_g	
20	984.7	903.7	0.0009	0.0199	1166.7	50.364	227.2	140.8	368.0	1.0949	1.5779	20
21	1012.2	930.3	0.0009	0.0193	1162.1	51.920	228.6	139.8	368.4	1.0996	1.5777	21
22	1040.3	957.4	0.0009	0.0187	1157.5	53.518	230.1	138.8	368.9	1.1043	1.5774	22
23	1068.9	985.2	0.0009	0.0181	1152.9	55.160	231.5	137.8	369.3	1.1090	1.5772	23
24	1098.1	1013.5	0.0009	0.0176	1148.2	56.848	232.9	136.8	369.7	1.1137	1.5769	24
25	1127.9	1042.4	0.0009	0.0171	1143.4	58.582	234.3	135.8	370.2	1.1185	1.5767	25
26	1158.3	1072.0	0.0009	0.0166	1138.6	60.364	235.8	134.8	370.6	1.1232	1.5764	26
27	1189.3	1102.1	0.0009	0.0161	1133.8	62.196	237.2	133.8	371.0	1.1279	1.5761	27
28	1220.9	1132.9	0.0009	0.0156	1128.9	64.078	238.7	132.7	371.4	1.1326	1.5759	28
29	1253.2	1164.4	0.0009	0.0151	1124.0	66.014	240.1	131.7	371.8	1.1374	1.5756	29
30	1286.0	1196.4	0.0009	0.0147	1119.0	68.004	241.6	130.6	372.2	1.1421	1.5753	30
31	1319.5	1229.2	0.0009	0.0143	1113.9	70.051	243.0	129.5	372.6	1.1468	1.5749	31
32	1353.7	1262.6	0.0009	0.0139	1108.8	72.157	244.5	128.4	372.9	1.1516	1.5746	32
33	1388.5	1296.7	0.0009	0.0135	1103.6	74.323	246.0	127.3	373.3	1.1563	1.5743	33
34	1424.0	1331.4	0.0009	0.0131	1098.3	76.551	247.5	126.2	373.6	1.1611	1.5739	34
35	1460.1	1366.9	0.0009	0.0127	1093.0	78.845	249.0	125.0	374.0	1.1658	1.5736	35
36	1497.0	1403.1	0.0009	0.0123	1087.6	81.206	250.5	123.8	374.3	1.1706	1.5732	36
37	1534.5	1440.0	0.0009	0.0120	1082.2	83.638	252.0	122.6	374.7	1.1754	1.5728	37
38	1572.7	1477.6	0.0009	0.0116	1076.6	86.142	253.5	121.4	375.0	1.1802	1.5724	38
39	1611.6	1515.9	0.0009	0.0113	1071.0	88.722	255.1	120.2	375.3	1.1850	1.5720	39
40	1651.2	1555.0	0.0009	0.0109	1065.3	91.381	256.6	119.0	375.6	1.1898	1.5715	40
41	1691.6	1594.9	0.0009	0.0106	1059.5	94.122	258.1	117.7	375.8	1.1946	1.5710	41
42	1732.7	1635.5	0.0009	0.0103	1053.7	96.949	259.7	116.4	376.1	1.1994	1.5706	42
43	1774.5	1676.9	0.0010	0.0100	1047.7	99.866	261.3	115.1	376.4	1.2042	1.5700	43
44	1817.1	1719.1	0.0010	0.0097	1041.7	102.880	262.8	113.8	376.6	1.2091	1.5695	44
45	1860.4	1762.1	0.0010	0.0094	1035.5	105.980	264.4	112.4	376.9	1.2139	1.5689	45
46	1904.5	1805.8	0.0010	0.0092	1029.2	109.200	266.0	111.0	377.1	1.2188	1.5683	46
47	1949.4	1850.5	0.0010	0.0089	1022.9	112.520	267.6	109.6	377.3	1.2237	1.5677	47
48	1995.1	1895.9	0.0010	0.0086	1016.4	115.950	269.3	108.2	377.5	1.2286	1.5671	48
49	2041.6	1942.2	0.0010	0.0084	1009.8	119.500	270.9	106.7	377.6	1.2336	1.5664	49
50	2088.9	1989.4	0.0010	0.0081	1003.0	123.180	272.5	105.2	377.8	1.2385	1.5656	50
51	2137.0	2037.5	0.0010	0.0079	996.1	127.000	274.2	103.7	377.9	1.2435	1.5649	51
52	2186.0	2086.4	0.0010	0.0076	989.1	130.950	275.9	102.2	378.0	1.2485	1.5641	52
53	2235.8	2136.3	0.0010	0.0074	981.9	135.060	277.6	100.6	378.1	1.2536	1.5632	53
54	2286.4	2187.0	0.0010	0.0072	974.5	139.320	279.3	98.9	378.2	1.2586	1.5623	54
55	2337.9	2238.7	0.0010	0.0070	967.0	143.760	281.0	97.3	378.3	1.2637	1.5613	55
56	2390.3	2291.4	0.0010	0.0067	959.3	148.380	282.7	95.6	378.3	1.2689	1.5603	56
57	2443.6	2345.0	0.0011	0.0065	951.3	153.190	284.5	93.8	378.3	1.2740	1.5592	57
58	2497.8	2399.6	0.0011	0.0063	943.2	158.220	286.3	92.0	378.3	1.2792	1.5581	58
59	2552.9	2455.3	0.0011	0.0061	934.8	163.470	288.1	90.1	378.2	1.2845	1.5569	59
60	2609.0	2511.9	0.0011	0.0059	926.1	168.970	289.9	88.2	378.1	1.2898	1.5556	60
61	2666.0	2569.6	0.0011	0.0057	917.2	174.740	291.8	86.2	378.0	1.2952	1.5542	61
62	2723.9	2628.4	0.0011	0.0055	907.9	180.800	293.7	84.2	377.8	1.3006	1.5527	62
63	2782.8	2688.3	0.0011	0.0053	898.3	187.190	295.6	82.0	377.6	1.3061	1.5511	63
64	2842.8	2749.3	0.0011	0.0052	888.4	193.940	297.5	79.8	377.3	1.3117	1.5494	64
65	2903.7	2811.5	0.0011	0.0050	878.0	201.090	299.5	77.5	377.0	1.3174	1.5475	65
66	2965.6	2874.9	0.0012	0.0048	867.1	208.690	301.5	75.1	376.6	1.3232	1.5455	66
67	3028.6	2939.5	0.0012	0.0046	855.7	216.800	303.6	72.6	376.2	1.3291	1.5433	67
68	3092.6	3005.3	0.0012	0.0044	843.6	225.500	305.7	70.0	375.7	1.3351	1.5409	68
69	3157.7	3072.5	0.0012	0.0043	830.8	234.890	307.9	67.2	375.1	1.3413	1.5383	69
70	3223.8	3141.1	0.0012	0.0041	817.2	245.080	310.2	64.2	374.4	1.3477	1.5354	70
71	3291.1	3211.1	0.0012	0.0039	802.5	256.240	312.6	61.0	373.5	1.3544	1.5321	71
72	3359.4	3282.7	0.0013	0.0037	786.5	268.610	315.1	57.5	372.5	1.3613	1.5284	72
73	3428.9	3355.9	0.0013	0.0035	768.8	282.500	317.7	53.7	371.4	1.3686	1.5242	73
74	3499.4	3431.0	0.0013	0.0034	748.8	298.440	320.5	49.4	369.9	1.3765	1.5193	74
75	3571.0	3508.1	0.0014	0.0032	725.5	317.280	323.6	44.5	368.1	1.3852	1.5134	75
76	3643.3	3587.7	0.0014	0.0029	696.8	340.680	327.2	38.5	365.7	1.3952	1.5058	76
77	3715.9	3670.7	0.0015	0.0027	657.4	372.770	331.7	30.6	362.3	1.4078	1.4954	77

Table 2
DuPont™ ISCEON® MO29 Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg·K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	10			20			30			40			TEMP. °C
	(−76.43°C)			(−66.71°C)			(−60.43°C)			(−55.68°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(1.4759)	(312.1)	(1.6658)	(0.7703)	(318.1)	(1.6437)	(0.5267)	(322.0)	(1.6321)	(0.4022)	(325.0)	(1.6244)	
−75	1.4870	313.1	1.6706	—	—	—	—	—	—	—	—	—	−75
−70	1.5256	316.4	1.6870	—	—	—	—	—	—	—	—	—	−70
−65	1.5642	319.7	1.7032	0.7770	319.3	1.6493	—	—	—	—	—	—	−65
−60	1.6027	323.1	1.7192	0.7966	322.7	1.6655	0.5279	322.3	1.6335	—	—	—	−60
−55	1.6412	326.5	1.7351	0.8162	326.2	1.6815	0.5411	325.8	1.6496	0.4036	325.5	1.6267	−55
−50	1.6795	330.0	1.7508	0.8356	329.7	1.6973	0.5543	329.3	1.6656	0.4136	329.0	1.6427	−50
−45	1.7178	333.5	1.7664	0.8551	333.2	1.7130	0.5674	332.9	1.6814	0.4236	332.6	1.6586	−45
−40	1.7561	337.0	1.7818	0.8744	336.8	1.7285	0.5805	336.5	1.6970	0.4335	336.2	1.6743	−40
−35	1.7943	340.6	1.7971	0.8938	340.4	1.7439	0.5935	340.1	1.7124	0.4434	339.9	1.6898	−35
−30	1.8325	344.3	1.8123	0.9130	344.1	1.7591	0.6065	343.8	1.7277	0.4533	343.6	1.7052	−30
−25	1.8707	348.0	1.8273	0.9323	347.8	1.7742	0.6195	347.5	1.7429	0.4631	347.3	1.7204	−25
−20	1.9088	351.7	1.8422	0.9515	351.5	1.7892	0.6324	351.3	1.7579	0.4728	351.1	1.7355	−20
−15	1.9469	355.5	1.8570	0.9707	355.3	1.8040	0.6453	355.1	1.7728	0.4826	354.9	1.7505	−15
−10	1.9850	359.3	1.8717	0.9899	359.2	1.8188	0.6582	359.0	1.7876	0.4923	358.8	1.7653	−10
−5	2.0231	363.2	1.8863	1.0091	363.0	1.8334	0.6711	362.9	1.8022	0.5020	362.7	1.7800	−5
0	2.0611	367.1	1.9008	1.0282	367.0	1.8479	0.6839	366.8	1.8168	0.5117	366.6	1.7946	0
5	2.0992	371.1	1.9152	1.0473	370.9	1.8623	0.6967	370.8	1.8312	0.5214	370.6	1.8091	5
10	2.1372	375.1	1.9295	1.0665	375.0	1.8766	0.7095	374.8	1.8456	0.5311	374.6	1.8234	10
15	2.1752	379.2	1.9437	1.0855	379.0	1.8909	0.7223	378.9	1.8598	0.5407	378.7	1.8377	15
20	2.2132	383.3	1.9577	1.1046	383.1	1.9050	0.7351	383.0	1.8740	0.5504	382.8	1.8519	20
25	2.2512	387.4	1.9718	1.1237	387.3	1.9190	0.7479	387.1	1.8880	0.5600	387.0	1.8659	25
30	2.2892	391.6	1.9857	1.1428	391.5	1.9329	0.7607	391.3	1.9020	0.5696	391.2	1.8799	30
35	2.3271	395.8	1.9995	1.1618	395.7	1.9468	0.7734	395.6	1.9158	0.5792	395.4	1.8938	35
40	2.3651	400.1	2.0132	1.1809	400.0	1.9606	0.7861	399.8	1.9296	0.5888	399.7	1.9076	40
45	2.4030	404.4	2.0269	1.1999	404.3	1.9742	0.7989	404.2	1.9433	0.5984	404.1	1.9213	45
50	2.4410	408.8	2.0405	1.2189	408.6	1.9878	0.8116	408.5	1.9569	0.6079	408.4	1.9349	50
55	2.4789	413.1	2.0540	1.2380	413.0	2.0013	0.8243	412.9	1.9704	0.6175	412.8	1.9485	55
60	2.5168	417.6	2.0674	1.2570	417.5	2.0148	0.8371	417.4	1.9839	0.6271	417.3	1.9619	60
65	2.5547	422.1	2.0808	1.2760	422.0	2.0281	0.8498	421.9	1.9973	0.6366	421.8	1.9753	65
70	2.5926	426.6	2.0940	1.2950	426.5	2.0414	0.8625	426.4	2.0106	0.6462	426.3	1.9886	70
75	2.6306	431.2	2.1072	1.3140	431.1	2.0546	0.8752	431.0	2.0238	0.6557	430.9	2.0018	75

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	50			60			70			80			TEMP. °C
	(–51.813°C)			(–48.52°C)			(–45.64°C)			(–43.07°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.32624)	(327.4)	(1.6189)	(0.2749)	(329.4)	(1.6146)	(0.2379)	(331.2)	(1.6112)	(0.2098)	(332.8)	(1.6083)	
–50	0.3292	328.7	1.6248	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–50
–45	0.3373	332.3	1.6407	0.2797	332.0	1.6259	0.2386	331.7	1.6132	–	–	–	–45
–40	0.3453	335.9	1.6565	0.2865	335.6	1.6418	0.2445	335.3	1.6293	0.2130	335.1	1.6182	–40
–35	0.3533	339.6	1.6722	0.2933	339.3	1.6575	0.2504	339.1	1.6450	0.2182	338.8	1.6341	–35
–30	0.3613	343.3	1.6876	0.3000	343.1	1.6730	0.2562	342.8	1.6606	0.2233	342.6	1.6498	–30
–25	0.3692	347.1	1.7029	0.3066	346.8	1.6884	0.2619	346.6	1.6760	0.2284	346.4	1.6652	–25
–20	0.3771	350.9	1.7180	0.3133	350.7	1.7036	0.2677	350.4	1.6913	0.2335	350.2	1.6806	–20
–15	0.3850	354.7	1.7330	0.3199	354.5	1.7186	0.2734	354.3	1.7064	0.2385	354.1	1.6957	–15
–10	0.3928	358.6	1.7479	0.3265	358.4	1.7336	0.2791	358.2	1.7214	0.2435	358.0	1.7107	–10
–5	0.4006	362.5	1.7626	0.3330	362.3	1.7483	0.2847	362.1	1.7362	0.2485	361.9	1.7256	–5
0	0.4084	366.5	1.7772	0.3396	366.3	1.7630	0.2904	366.1	1.7509	0.2535	365.9	1.7403	0
5	0.4162	370.5	1.7918	0.3461	370.3	1.7775	0.2960	370.1	1.7654	0.2584	370.0	1.7549	5
10	0.4240	374.5	1.8062	0.3526	374.3	1.7920	0.3016	374.2	1.7799	0.2634	374.0	1.7694	10
15	0.4317	378.6	1.8204	0.3591	378.4	1.8063	0.3072	378.3	1.7942	0.2683	378.1	1.7838	15
20	0.4395	382.7	1.8346	0.3656	382.6	1.8205	0.3128	382.4	1.8085	0.2732	382.3	1.7980	20
25	0.4472	386.9	1.8487	0.3721	386.7	1.8346	0.3184	386.6	1.8226	0.2781	386.5	1.8122	25
30	0.4549	391.1	1.8627	0.3785	390.9	1.8486	0.3239	390.8	1.8367	0.2830	390.7	1.8262	30
35	0.4627	395.3	1.8766	0.3850	395.2	1.8625	0.3295	395.1	1.8506	0.2879	394.9	1.8402	35
40	0.4704	399.6	1.8904	0.3914	399.5	1.8764	0.3350	399.4	1.8644	0.2927	399.3	1.8541	40
45	0.4781	403.9	1.9042	0.3978	403.8	1.8901	0.3406	403.7	1.8782	0.2976	403.6	1.8678	45
50	0.4857	408.3	1.9178	0.4043	408.2	1.9038	0.3461	408.1	1.8919	0.3024	408.0	1.8815	50
55	0.4934	412.7	1.9314	0.4107	412.6	1.9173	0.3516	412.5	1.9054	0.3073	412.4	1.8951	55
60	0.5011	417.2	1.9448	0.4171	417.1	1.9308	0.3571	417.0	1.9189	0.3121	416.9	1.9086	60
65	0.5088	421.7	1.9582	0.4235	421.6	1.9442	0.3626	421.5	1.9324	0.3170	421.4	1.9221	65
70	0.5164	426.2	1.9715	0.4299	426.1	1.9576	0.3681	426.0	1.9457	0.3218	425.9	1.9354	70
75	0.5241	430.8	1.9848	0.4363	430.7	1.9708	0.3736	430.6	1.9590	0.3266	430.5	1.9487	75
80	0.5317	435.4	1.9980	0.4427	435.3	1.9840	0.3791	435.2	1.9721	0.3314	435.2	1.9619	80
85	0.5394	440.1	2.0110	0.4491	440.0	1.9971	0.3846	439.9	1.9853	0.3362	439.8	1.9750	85
90	0.5470	444.8	2.0241	0.4555	444.7	2.0101	0.3901	444.6	1.9983	0.3410	444.5	1.9880	90
95	0.5547	449.5	2.0370	0.4619	449.4	2.0231	0.3956	449.3	2.0113	0.3458	449.3	2.0010	95
100	0.5623	454.3	2.0499	0.4682	454.2	2.0360	0.4010	454.1	2.0242	0.3507	454.0	2.0139	100

Table 2 (continued)
DuPont™ ISCEON® MO29 Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	90			100			101.33			110			TEMP. °C
	(−40.74°C)			(−38.61°C)			(−38.34°C)			(−36.64°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.1878)	(334.2)	(1.606)	(0.1700)	(335.5)	(1.6039)	(0.1679)	(335.7)	(1.6036)	(0.1554)	(336.7)	(1.6021)	
−40	0.1885	334.8	1.6083	—	—	—	—	—	—	—	—	—	−40
−35	0.1931	338.5	1.6243	0.1731	338.2	1.6155	0.1707	338.2	1.6144	0.1567	338.0	1.6074	−35
−30	0.1977	342.3	1.6401	0.1773	342.1	1.6313	0.1749	342.0	1.6302	0.1605	341.8	1.6233	−30
−25	0.2023	346.1	1.6556	0.1814	345.9	1.6469	0.1790	345.9	1.6458	0.1643	345.6	1.6390	−25
−20	0.2068	350.0	1.6710	0.1856	349.8	1.6624	0.1830	349.7	1.6613	0.1681	349.5	1.6545	−20
−15	0.2114	353.9	1.6862	0.1897	353.7	1.6776	0.1871	353.6	1.6766	0.1719	353.4	1.6698	−15
−10	0.2158	357.8	1.7013	0.1937	357.6	1.6927	0.1911	357.6	1.6917	0.1756	357.4	1.6850	−10
−5	0.2203	361.8	1.7162	0.1978	361.6	1.7077	0.1951	361.5	1.7066	0.1793	361.4	1.7000	−5
0	0.2248	365.8	1.7309	0.2018	365.6	1.7225	0.1991	365.6	1.7214	0.1830	365.4	1.7148	0
5	0.2292	369.8	1.7456	0.2058	369.6	1.7372	0.2031	369.6	1.7361	0.1867	369.5	1.7295	5
10	0.2336	373.9	1.7601	0.2098	373.7	1.7517	0.2070	373.7	1.7507	0.1903	373.5	1.7441	10
15	0.2380	378.0	1.7745	0.2138	377.8	1.7661	0.2109	377.8	1.7651	0.1940	377.7	1.7585	15
20	0.2424	382.1	1.7888	0.2177	382.0	1.7804	0.2148	382.0	1.7794	0.1976	381.8	1.7729	20
25	0.2468	386.3	1.8030	0.2217	386.2	1.7947	0.2188	386.2	1.7936	0.2012	386.0	1.7871	25
30	0.2511	390.6	1.8170	0.2256	390.4	1.8087	0.2226	390.4	1.8077	0.2048	390.3	1.8012	30
35	0.2555	394.8	1.8310	0.2296	394.7	1.8227	0.2265	394.7	1.8217	0.2084	394.6	1.8152	35
40	0.2598	399.1	1.8449	0.2335	399.0	1.8366	0.2304	399.0	1.8356	0.2120	398.9	1.8292	40
45	0.2642	403.5	1.8587	0.2374	403.4	1.8504	0.2343	403.4	1.8494	0.2155	403.3	1.8430	45
50	0.2685	407.9	1.8724	0.2413	407.8	1.8642	0.2381	407.8	1.8631	0.2191	407.7	1.8567	50
55	0.2728	412.3	1.8860	0.2452	412.2	1.8778	0.2420	412.2	1.8768	0.2227	412.1	1.8703	55
60	0.2771	416.8	1.8995	0.2491	416.7	1.8913	0.2458	416.7	1.8903	0.2262	416.6	1.8839	60
65	0.2814	421.3	1.9129	0.2530	421.2	1.9048	0.2497	421.2	1.9037	0.2298	421.1	1.8974	65
70	0.2857	425.8	1.9263	0.2569	425.8	1.9181	0.2535	425.7	1.9171	0.2333	425.7	1.9107	70
75	0.2900	430.4	1.9396	0.2608	430.3	1.9314	0.2573	430.3	1.9304	0.2368	430.3	1.9240	75
80	0.2943	435.1	1.9528	0.2646	435.0	1.9446	0.2612	435.0	1.9436	0.2404	434.9	1.9373	80
85	0.2986	439.7	1.9659	0.2685	439.6	1.9578	0.2650	439.6	1.9568	0.2439	439.6	1.9504	85
90	0.3029	444.4	1.9790	0.2724	444.4	1.9708	0.2688	444.3	1.9698	0.2474	444.3	1.9635	90
95	0.3072	449.2	1.9919	0.2762	449.1	1.9838	0.2726	449.1	1.9828	0.2509	449.0	1.9765	95
100	0.3115	454.0	2.0049	0.2801	453.9	1.9967	0.2764	453.9	1.9957	0.2544	453.8	1.9894	100
105	0.3157	458.8	2.0177	0.2839	458.7	2.0096	0.2802	458.7	2.0086	0.2579	458.6	2.0022	105
110	0.3200	463.7	2.0305	0.2878	463.6	2.0224	0.2840	463.6	2.0213	0.2615	463.5	2.0150	110

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	120			130			140			150			TEMP. °C
	(–34.81°C)			(–33.09°C)			(–31.47°C)			(–29.94°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.1431)	(337.8)	(1.6005)	(0.1327)	(338.9)	(1.5991)	(0.1237)	(339.8)	(1.5979)	(0.1159)	(340.8)	(1.5967)	
–30	0.1466	341.5	1.6159	0.1347	341.3	1.6090	0.1246	341.0	1.6026	–	–	–	–30
–25	0.1501	345.4	1.6317	0.1380	345.2	1.6249	0.1277	344.9	1.6185	0.1188	344.7	1.6126	–25
–20	0.1536	349.3	1.6473	0.1413	349.1	1.6405	0.1308	348.8	1.6342	0.1216	348.6	1.6283	–20
–15	0.1571	353.2	1.6626	0.1445	353.0	1.6560	0.1338	352.8	1.6497	0.1245	352.6	1.6439	–15
–10	0.1605	357.2	1.6778	0.1478	357.0	1.6712	0.1368	356.8	1.6650	0.1273	356.6	1.6592	–10
–5	0.1639	361.2	1.6929	0.1509	361.0	1.6863	0.1398	360.8	1.6802	0.1301	360.6	1.6744	–5
0	0.1673	365.2	1.7077	0.1541	365.0	1.7012	0.1427	364.9	1.6951	0.1329	364.7	1.6894	0
5	0.1707	369.3	1.7225	0.1572	369.1	1.7160	0.1457	368.9	1.7099	0.1356	368.8	1.7043	5
10	0.1741	373.4	1.7371	0.1604	373.2	1.7306	0.1486	373.1	1.7246	0.1384	372.9	1.7190	10
15	0.1774	377.5	1.7516	0.1635	377.4	1.7451	0.1515	377.2	1.7391	0.1411	377.1	1.7335	15
20	0.1808	381.7	1.7659	0.1666	381.5	1.7595	0.1544	381.4	1.7536	0.1438	381.3	1.7480	20
25	0.1841	385.9	1.7802	0.1696	385.8	1.7738	0.1573	385.6	1.7679	0.1465	385.5	1.7623	25
30	0.1874	390.2	1.7943	0.1727	390.0	1.7880	0.1601	389.9	1.7820	0.1492	389.8	1.7765	30
35	0.1907	394.4	1.8084	0.1758	394.3	1.8020	0.1630	394.2	1.7961	0.1519	394.1	1.7906	35
40	0.1940	398.8	1.8223	0.1788	398.7	1.8160	0.1658	398.5	1.8101	0.1545	398.4	1.8046	40
45	0.1973	403.1	1.8361	0.1819	403.0	1.8298	0.1687	402.9	1.8239	0.1572	402.8	1.8185	45
50	0.2006	407.5	1.8499	0.1849	407.4	1.8436	0.1715	407.3	1.8377	0.1598	407.2	1.8323	50
55	0.2039	412.0	1.8635	0.1879	411.9	1.8572	0.1743	411.8	1.8514	0.1625	411.7	1.8459	55
60	0.2071	416.5	1.8771	0.1910	416.4	1.8708	0.1771	416.3	1.8650	0.1651	416.2	1.8595	60
65	0.2104	421.0	1.8906	0.1940	420.9	1.8843	0.1799	420.8	1.8785	0.1678	420.7	1.8731	65
70	0.2136	425.6	1.9040	0.1970	425.5	1.8977	0.1827	425.4	1.8919	0.1704	425.3	1.8865	70
75	0.2169	430.2	1.9173	0.2000	430.1	1.9110	0.1855	430.0	1.9052	0.1730	429.9	1.8998	75
80	0.2201	434.8	1.9305	0.2030	434.7	1.9243	0.1883	434.6	1.9185	0.1756	434.5	1.9131	80
85	0.2234	439.5	1.9436	0.2060	439.4	1.9374	0.1911	439.3	1.9316	0.1782	439.2	1.9263	85
90	0.2266	444.2	1.9567	0.2090	444.1	1.9505	0.1939	444.0	1.9447	0.1808	444.0	1.9394	90
95	0.2298	449.0	1.9697	0.2120	448.9	1.9635	0.1967	448.8	1.9578	0.1834	448.7	1.9524	95
100	0.2331	453.7	1.9827	0.2150	453.7	1.9765	0.1995	453.6	1.9707	0.1860	453.5	1.9653	100
105	0.2363	458.6	1.9955	0.2179	458.5	1.9893	0.2022	458.4	1.9836	0.1886	458.4	1.9782	105
110	0.2395	463.4	2.0083	0.2209	463.4	2.0021	0.2050	463.3	1.9964	0.1912	463.2	1.9910	110
115	0.2427	468.3	2.0210	0.2239	468.3	2.0148	0.2078	468.2	2.0091	0.1938	468.1	2.0038	115
120	0.2459	473.3	2.0337	0.2269	473.2	2.0275	0.2105	473.2	2.0218	0.1964	473.1	2.0164	120

Table 2 (continued) **DuPont™ ISCEON® MO29 Superheated Vapour—Constant Pressure Tables**

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg·K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	160			170			180			190			TEMP. °C
	(–28.49°C)			(–27.11°C)			(–25.78°C)			(–24.52°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.1090)	(341.6)	(1.5957)	(0.1029)	(342.5)	(1.5948)	(0.0974)	(343.3)	(1.5939)	(0.0925)	(344.0)	(1.5931)	
–25	0.1109	344.4	1.6069	0.1040	344.1	1.6016	0.0978	343.9	1.5964	–	–	–	–25
–20	0.1136	348.4	1.6228	0.1066	348.1	1.6175	0.1003	347.9	1.6124	0.0947	347.7	1.6076	–20
–15	0.1163	352.4	1.6384	0.1091	352.1	1.6332	0.1027	351.9	1.6282	0.0970	351.7	1.6234	–15
–10	0.1190	356.4	1.6538	0.1117	356.2	1.6486	0.1052	356.0	1.6437	0.0993	355.8	1.6390	–10
–5	0.1216	360.4	1.6690	0.1142	360.2	1.6639	0.1075	360.0	1.6590	0.1016	359.8	1.6544	–5
0	0.1243	364.5	1.6840	0.1167	364.3	1.6790	0.1099	364.1	1.6741	0.1038	363.9	1.6696	0
5	0.1269	368.6	1.6989	0.1191	368.4	1.6939	0.1122	368.2	1.6891	0.1061	368.1	1.6846	5
10	0.1294	372.7	1.7137	0.1216	372.6	1.7087	0.1146	372.4	1.7039	0.1083	372.2	1.6994	10
15	0.1320	376.9	1.7283	0.1240	376.7	1.7233	0.1169	376.6	1.7186	0.1105	376.4	1.7141	15
20	0.1346	381.1	1.7427	0.1264	381.0	1.7378	0.1192	380.8	1.7331	0.1127	380.7	1.7286	20
25	0.1371	385.3	1.7571	0.1288	385.2	1.7521	0.1214	385.1	1.7475	0.1148	384.9	1.7430	25
30	0.1396	389.6	1.7713	0.1312	389.5	1.7664	0.1237	389.4	1.7618	0.1170	389.2	1.7573	30
35	0.1422	393.9	1.7854	0.1336	393.8	1.7805	0.1260	393.7	1.7759	0.1191	393.6	1.7715	35
40	0.1447	398.3	1.7994	0.1360	398.2	1.7946	0.1282	398.0	1.7899	0.1213	397.9	1.7856	40
45	0.1472	402.7	1.8133	0.1383	402.6	1.8085	0.1304	402.4	1.8039	0.1234	402.3	1.7995	45
50	0.1497	407.1	1.8271	0.1407	407.0	1.8223	0.1327	406.9	1.8177	0.1255	406.8	1.8134	50
55	0.1521	411.6	1.8408	0.1430	411.5	1.8360	0.1349	411.4	1.8314	0.1276	411.2	1.8271	55
60	0.1546	416.1	1.8544	0.1454	416.0	1.8496	0.1371	415.9	1.8451	0.1297	415.8	1.8408	60
65	0.1571	420.6	1.8680	0.1477	420.5	1.8632	0.1393	420.4	1.8586	0.1318	420.3	1.8543	65
70	0.1596	425.2	1.8814	0.1500	425.1	1.8766	0.1415	425.0	1.8721	0.1339	424.9	1.8678	70
75	0.1620	429.8	1.8947	0.1523	429.7	1.8900	0.1437	429.6	1.8855	0.1360	429.5	1.8812	75
80	0.1645	434.4	1.9080	0.1547	434.4	1.9032	0.1459	434.3	1.8987	0.1381	434.2	1.8945	80
85	0.1669	439.1	1.9212	0.1570	439.1	1.9164	0.1481	439.0	1.9120	0.1402	438.9	1.9077	85
90	0.1694	443.9	1.9343	0.1593	443.8	1.9296	0.1503	443.7	1.9251	0.1423	443.6	1.9208	90
95	0.1718	448.6	1.9473	0.1616	448.6	1.9426	0.1525	448.5	1.9381	0.1443	448.4	1.9339	95
100	0.1743	453.4	1.9603	0.1639	453.4	1.9556	0.1547	453.3	1.9511	0.1464	453.2	1.9469	100
105	0.1767	458.3	1.9732	0.1662	458.2	1.9685	0.1568	458.1	1.9640	0.1485	458.1	1.9598	105
110	0.1791	463.2	1.9860	0.1685	463.1	1.9813	0.1590	463.0	1.9768	0.1505	462.9	1.9726	110
115	0.1816	468.1	1.9987	0.1708	468.0	1.9940	0.1612	467.9	1.9896	0.1526	467.9	1.9854	115
120	0.1840	473.0	2.0114	0.1731	473.0	2.0067	0.1633	472.9	2.0023	0.1546	472.8	1.9980	120
125	0.1864	478.0	2.0240	0.1753	477.9	2.0193	0.1655	477.9	2.0149	0.1567	477.8	2.0107	125

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	200			210			220			230			TEMP. °C
	(–23.30°C)			(–22.13°C)			(–21.00°C)			(–19.91°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0881)	(344.7)	(1.5924)	(0.0841)	(345.4)	(1.5917)	(0.0804)	(346.1)	(1.5911)	(0.0771)	(346.7)	(1.5905)	
–20	0.0896	347.4	1.6030	0.0850	347.2	1.5986	0.0809	346.9	1.5944	–	–	–	–20
–15	0.0919	351.5	1.6189	0.0872	351.2	1.6146	0.0829	351.0	1.6104	0.0791	350.8	1.6063	–15
–10	0.0941	355.5	1.6345	0.0893	355.3	1.6302	0.0850	355.1	1.6261	0.0810	354.9	1.6221	–10
–5	0.0962	359.6	1.6500	0.0914	359.4	1.6457	0.0870	359.2	1.6416	0.0830	359.0	1.6377	–5
0	0.0984	363.8	1.6652	0.0935	363.6	1.6610	0.0890	363.4	1.6569	0.0849	363.2	1.6531	0
5	0.1005	367.9	1.6802	0.0955	367.7	1.6761	0.0909	367.5	1.6721	0.0868	367.4	1.6682	5
10	0.1026	372.1	1.6951	0.0975	371.9	1.6910	0.0929	371.7	1.6870	0.0886	371.6	1.6832	10
15	0.1047	376.3	1.7098	0.0995	376.1	1.7057	0.0948	376.0	1.7018	0.0905	375.8	1.6980	15
20	0.1068	380.5	1.7244	0.1015	380.4	1.7203	0.0967	380.2	1.7164	0.0923	380.1	1.7127	20
25	0.1089	384.8	1.7388	0.1035	384.6	1.7348	0.0986	384.5	1.7309	0.0942	384.4	1.7272	25
30	0.1110	389.1	1.7531	0.1055	389.0	1.7491	0.1005	388.8	1.7453	0.0960	388.7	1.7416	30
35	0.1130	393.4	1.7673	0.1075	393.3	1.7633	0.1024	393.2	1.7595	0.0978	393.0	1.7558	35
40	0.1150	397.8	1.7814	0.1094	397.7	1.7774	0.1043	397.6	1.7736	0.0996	397.4	1.7700	40
45	0.1171	402.2	1.7954	0.1113	402.1	1.7914	0.1061	402.0	1.7876	0.1014	401.9	1.7840	45
50	0.1191	406.7	1.8092	0.1133	406.5	1.8053	0.1080	406.4	1.8015	0.1031	406.3	1.7979	50
55	0.1211	411.1	1.8230	0.1152	411.0	1.8191	0.1098	410.9	1.8153	0.1049	410.8	1.8117	55
60	0.1231	415.7	1.8367	0.1171	415.5	1.8327	0.1117	415.4	1.8290	0.1067	415.3	1.8254	60
65	0.1251	420.2	1.8502	0.1190	420.1	1.8463	0.1135	420.0	1.8426	0.1084	419.9	1.8390	65
70	0.1271	424.8	1.8637	0.1209	424.7	1.8598	0.1153	424.6	1.8561	0.1102	424.5	1.8525	70
75	0.1291	429.4	1.8771	0.1228	429.3	1.8732	0.1171	429.2	1.8695	0.1119	429.2	1.8660	75
80	0.1311	434.1	1.8904	0.1247	434.0	1.8865	0.1189	433.9	1.8828	0.1137	433.8	1.8793	80
85	0.1331	438.8	1.9036	0.1266	438.7	1.8998	0.1207	438.6	1.8961	0.1154	438.5	1.8925	85
90	0.1350	443.5	1.9168	0.1285	443.5	1.9129	0.1226	443.4	1.9092	0.1171	443.3	1.9057	90
95	0.1370	448.3	1.9298	0.1304	448.2	1.9260	0.1244	448.2	1.9223	0.1188	448.1	1.9188	95
100	0.1390	453.1	1.9428	0.1323	453.1	1.9390	0.1261	453.0	1.9353	0.1206	452.9	1.9318	100
105	0.1409	458.0	1.9557	0.1341	457.9	1.9519	0.1279	457.8	1.9482	0.1223	457.8	1.9447	105
110	0.1429	462.9	1.9686	0.1360	462.8	1.9648	0.1297	462.7	1.9611	0.1240	462.6	1.9576	110
115	0.1449	467.8	1.9813	0.1379	467.7	1.9775	0.1315	467.6	1.9739	0.1257	467.6	1.9704	115
120	0.1468	472.7	1.9940	0.1397	472.7	1.9902	0.1333	472.6	1.9866	0.1274	472.5	1.9831	120
125	0.1488	477.7	2.0067	0.1416	477.7	2.0029	0.1351	477.6	1.9992	0.1291	477.5	1.9957	125
130	0.1507	482.8	2.0192	0.1435	482.7	2.0154	0.1369	482.6	2.0118	0.1308	482.6	2.0083	130

Table 2 (continued)
DuPont™ ISCEON® MO29 Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	240			250			260			270			TEMP. °C
	(−18.86°C)			(−17.84°C)			(−16.851°C)			(−15.89°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0740)	(347.3)	(1.5900)	(0.0712)	(347.9)	(1.5895)	(0.0685)	(348.5)	(1.5890)	(0.0661)	(349.1)	(1.5885)	
−15	0.0755	350.5	1.6024	0.0722	350.3	1.5987	0.0692	350.1	1.5950	0.0664	349.8	1.5914	−15
−10	0.0774	354.7	1.6183	0.0741	354.5	1.6146	0.0710	354.2	1.6110	0.0681	354.0	1.6075	−10
−5	0.0793	358.8	1.6339	0.0759	358.6	1.6303	0.0728	358.4	1.6267	0.0699	358.2	1.6233	−5
0	0.0811	363.0	1.6493	0.0777	362.8	1.6457	0.0745	362.6	1.6422	0.0715	362.4	1.6389	0
5	0.0830	367.2	1.6645	0.0794	367.0	1.6610	0.0762	366.8	1.6575	0.0732	366.6	1.6542	5
10	0.0848	371.4	1.6795	0.0812	371.2	1.6760	0.0779	371.1	1.6726	0.0748	370.9	1.6693	10
15	0.0865	375.6	1.6944	0.0829	375.5	1.6909	0.0795	375.3	1.6875	0.0764	375.2	1.6842	15
20	0.0883	379.9	1.7091	0.0846	379.8	1.7056	0.0812	379.6	1.7023	0.0780	379.5	1.6990	20
25	0.0901	384.2	1.7236	0.0863	384.1	1.7202	0.0828	383.9	1.7169	0.0796	383.8	1.7136	25
30	0.0918	388.5	1.7380	0.0880	388.4	1.7346	0.0845	388.3	1.7313	0.0812	388.1	1.7281	30
35	0.0936	392.9	1.7523	0.0897	392.8	1.7489	0.0861	392.6	1.7456	0.0828	392.5	1.7425	35
40	0.0953	397.3	1.7665	0.0913	397.2	1.7631	0.0877	397.1	1.7598	0.0843	396.9	1.7567	40
45	0.0970	401.7	1.7805	0.0930	401.6	1.7771	0.0893	401.5	1.7739	0.0859	401.4	1.7708	45
50	0.0987	406.2	1.7944	0.0946	406.1	1.7911	0.0909	406.0	1.7879	0.0874	405.9	1.7847	50
55	0.1004	410.7	1.8082	0.0963	410.6	1.8049	0.0925	410.5	1.8017	0.0889	410.4	1.7986	55
60	0.1021	415.2	1.8220	0.0979	415.1	1.8187	0.0940	415.0	1.8155	0.0904	414.9	1.8124	60
65	0.1038	419.8	1.8356	0.0995	419.7	1.8323	0.0956	419.6	1.8291	0.0919	419.5	1.8260	65
70	0.1055	424.4	1.8491	0.1011	424.3	1.8458	0.0971	424.2	1.8427	0.0934	424.1	1.8396	70
75	0.1071	429.1	1.8625	0.1028	429.0	1.8593	0.0987	428.9	1.8561	0.0949	428.8	1.8531	75
80	0.1088	433.7	1.8759	0.1044	433.6	1.8726	0.1003	433.6	1.8695	0.0964	433.5	1.8664	80
85	0.1105	438.5	1.8892	0.1060	438.4	1.8859	0.1018	438.3	1.8827	0.0979	438.2	1.8797	85
90	0.1121	443.2	1.9023	0.1076	443.1	1.8991	0.1033	443.0	1.8959	0.0994	443.0	1.8929	90
95	0.1138	448.0	1.9154	0.1092	447.9	1.9122	0.1049	447.8	1.9091	0.1009	447.8	1.9060	95
100	0.1155	452.8	1.9284	0.1108	452.7	1.9252	0.1064	452.7	1.9221	0.1024	452.6	1.9191	100
105	0.1171	457.7	1.9414	0.1123	457.6	1.9381	0.1079	457.5	1.9350	0.1039	457.5	1.9320	105
110	0.1188	462.6	1.9542	0.1139	462.5	1.9510	0.1095	462.4	1.9479	0.1053	462.4	1.9449	110
115	0.1204	467.5	1.9670	0.1155	467.4	1.9638	0.1110	467.4	1.9607	0.1068	467.3	1.9577	115
120	0.1220	472.5	1.9797	0.1171	472.4	1.9765	0.1125	472.3	1.9734	0.1083	472.3	1.9705	120
125	0.1237	477.5	1.9924	0.1187	477.4	1.9892	0.1140	477.3	1.9861	0.1097	477.3	1.9831	125
130	0.1253	482.5	2.0050	0.1202	482.5	2.0018	0.1155	482.4	1.9987	0.1112	482.3	1.9957	130
135	0.1269	487.6	2.0175	0.1218	487.5	2.0143	0.1170	487.5	2.0112	0.1126	487.4	2.0082	135

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	280			290			300			310			TEMP. °C
	(−14.96°C)			(−14.05°C)			(−13.16°C)			(−12.30°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.06382)	(349.6)	(1.5881)	(0.0617)	(350.1)	(1.5877)	(0.0597)	(350.6)	(1.5873)	(0.0578)	(351.6)	(1.5866)	
−10	0.0655	353.8	1.6041	0.0630	353.6	1.6008	0.0607	353.3	1.5976	0.0586	353.1	1.5945	−10
−5	0.0672	358.0	1.6200	0.0646	357.8	1.6167	0.0623	357.6	1.6136	0.0601	357.4	1.6105	−5
0	0.0688	362.2	1.6356	0.0662	362.0	1.6324	0.0638	361.8	1.6293	0.0616	361.6	1.6263	0
5	0.0704	366.5	1.6509	0.0678	366.3	1.6478	0.0654	366.1	1.6447	0.0631	365.9	1.6418	5
10	0.0720	370.7	1.6661	0.0693	370.5	1.6630	0.0669	370.4	1.6600	0.0645	370.2	1.6570	10
15	0.0735	375.0	1.6811	0.0709	374.8	1.6780	0.0683	374.7	1.6750	0.0660	374.5	1.6721	15
20	0.0751	379.3	1.6959	0.0724	379.1	1.6928	0.0698	379.0	1.6899	0.0674	378.8	1.6870	20
25	0.0766	383.6	1.7105	0.0738	383.5	1.7075	0.0713	383.3	1.7046	0.0688	383.2	1.7018	25
30	0.0782	388.0	1.7250	0.0753	387.8	1.7221	0.0727	387.7	1.7191	0.0702	387.6	1.7163	30
35	0.0797	392.4	1.7394	0.0768	392.2	1.7364	0.0741	392.1	1.7336	0.0716	392.0	1.7308	35
40	0.0812	396.8	1.7536	0.0783	396.7	1.7507	0.0755	396.5	1.7478	0.0730	396.4	1.7451	40
45	0.0827	401.3	1.7677	0.0797	401.1	1.7648	0.0769	401.0	1.7620	0.0743	400.9	1.7592	45
50	0.0841	405.7	1.7817	0.0811	405.6	1.7788	0.0783	405.5	1.7760	0.0757	405.4	1.7733	50
55	0.0856	410.3	1.7956	0.0826	410.2	1.7927	0.0797	410.0	1.7899	0.0770	409.9	1.7872	55
60	0.0871	414.8	1.8094	0.0840	414.7	1.8065	0.0811	414.6	1.8037	0.0784	414.5	1.8010	60
65	0.0886	419.4	1.8231	0.0854	419.3	1.8202	0.0825	419.2	1.8174	0.0797	419.1	1.8147	65
70	0.0900	424.0	1.8366	0.0868	423.9	1.8338	0.0838	423.8	1.8310	0.0810	423.7	1.8283	70
75	0.0915	428.7	1.8501	0.0882	428.6	1.8473	0.0852	428.5	1.8445	0.0824	428.4	1.8418	75
80	0.0929	433.4	1.8635	0.0896	433.3	1.8607	0.0865	433.2	1.8579	0.0837	433.1	1.8552	80
85	0.0944	438.1	1.8768	0.0910	438.0	1.8740	0.0879	437.9	1.8712	0.0850	437.8	1.8686	85
90	0.0958	442.9	1.8900	0.0924	442.8	1.8872	0.0892	442.7	1.8845	0.0863	442.6	1.8818	90
95	0.0972	447.7	1.9031	0.0938	447.6	1.9003	0.0906	447.5	1.8976	0.0876	447.4	1.8950	95
100	0.0986	452.5	1.9162	0.0952	452.4	1.9134	0.0919	452.3	1.9107	0.0889	452.3	1.9080	100
105	0.1001	457.4	1.9291	0.0965	457.3	1.9263	0.0933	457.2	1.9236	0.0902	457.1	1.9210	105
110	0.1015	462.3	1.9420	0.0979	462.2	1.9392	0.0946	462.1	1.9365	0.0915	462.1	1.9339	110
115	0.1029	467.2	1.9548	0.0993	467.2	1.9521	0.0959	467.1	1.9494	0.0928	467.0	1.9467	115
120	0.1043	472.2	1.9676	0.1007	472.1	1.9648	0.0972	472.1	1.9621	0.0940	472.0	1.9595	120
125	0.1057	477.2	1.9803	0.1020	477.1	1.9775	0.0986	477.1	1.9748	0.0953	477.0	1.9722	125
130	0.1072	482.3	1.9928	0.1034	482.2	1.9901	0.0999	482.1	1.9874	0.0966	482.1	1.9848	130
135	0.1086	487.3	2.0054	0.1048	487.3	2.0026	0.1012	487.2	1.9999	0.0979	487.2	1.9973	140
140	0.1100	492.5	2.0178	0.1061	492.4	2.0151	0.1025	492.3	2.0124	0.0992	492.3	2.0098	140

Table 2 (continued)
DuPont™ ISCEON® MO29 Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg·K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	320			330			340			350			TEMP. °C
	(–11.46°C)			(–10.64°C)			(–9.83°C)			(–9.05°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0529)	(352.5)	(1.586)	(0.0544)	(352.1)	(1.5863)	(0.0529)	(352.5)	(1.586)	(0.0514)	(353.0)	(1.5857)	
–10	0.0565	352.9	1.5914	0.0546	352.6	1.5884	–	–	–	–	–	–	–10
–5	0.0580	357.2	1.6075	0.0561	356.9	1.6046	0.0543	356.7	1.6017	0.0526	356.5	1.5989	–5
0	0.0595	361.4	1.6233	0.0575	361.2	1.6204	0.0557	361.0	1.6176	0.0539	360.8	1.6149	0
5	0.0610	365.7	1.6389	0.0590	365.5	1.6360	0.0571	365.3	1.6333	0.0553	365.1	1.6306	5
10	0.0624	370.0	1.6542	0.0603	369.8	1.6514	0.0584	369.7	1.6487	0.0566	369.5	1.6460	10
15	0.0638	374.3	1.6693	0.0617	374.2	1.6665	0.0598	374.0	1.6639	0.0579	373.8	1.6612	15
20	0.0652	378.7	1.6842	0.0631	378.5	1.6815	0.0611	378.4	1.6788	0.0592	378.2	1.6763	20
25	0.0665	383.0	1.6990	0.0644	382.9	1.6963	0.0624	382.7	1.6937	0.0605	382.6	1.6911	25
30	0.0679	387.4	1.7136	0.0657	387.3	1.7109	0.0637	387.1	1.7083	0.0617	387.0	1.7058	30
35	0.0692	391.8	1.7280	0.0670	391.7	1.7254	0.0650	391.6	1.7228	0.0630	391.4	1.7203	35
40	0.0706	396.3	1.7424	0.0683	396.2	1.7397	0.0662	396.0	1.7372	0.0642	395.9	1.7347	40
45	0.0719	400.8	1.7565	0.0696	400.6	1.7539	0.0675	400.5	1.7514	0.0655	400.4	1.7489	45
50	0.0732	405.3	1.7706	0.0709	405.2	1.7680	0.0687	405.0	1.7655	0.0667	404.9	1.7630	50
55	0.0745	409.8	1.7845	0.0722	409.7	1.7820	0.0700	409.6	1.7795	0.0679	409.5	1.7770	55
60	0.0758	414.4	1.7984	0.0734	414.3	1.7958	0.0712	414.2	1.7933	0.0691	414.1	1.7909	60
65	0.0771	419.0	1.8121	0.0747	418.9	1.8095	0.0724	418.8	1.8071	0.0703	418.7	1.8046	65
70	0.0784	423.6	1.8257	0.0760	423.5	1.8232	0.0736	423.4	1.8207	0.0715	423.3	1.8183	70
75	0.0797	428.3	1.8392	0.0772	428.2	1.8367	0.0749	428.1	1.8342	0.0726	428.0	1.8319	75
80	0.0810	433.0	1.8527	0.0784	432.9	1.8501	0.0761	432.8	1.8477	0.0738	432.7	1.8453	80
85	0.0823	437.8	1.8660	0.0797	437.7	1.8635	0.0773	437.6	1.8610	0.0750	437.5	1.8587	85
90	0.0835	442.5	1.8792	0.0809	442.5	1.8767	0.0785	442.4	1.8743	0.0762	442.3	1.8719	90
95	0.0848	447.3	1.8924	0.0821	447.3	1.8899	0.0797	447.2	1.8875	0.0773	447.1	1.8851	95
100	0.0860	452.2	1.9055	0.0834	452.1	1.9030	0.0809	452.0	1.9006	0.0785	452.0	1.8982	100
105	0.0873	457.1	1.9185	0.0846	457.0	1.9160	0.0820	456.9	1.9136	0.0796	456.8	1.9112	105
110	0.0886	462.0	1.9314	0.0858	461.9	1.9289	0.0832	461.8	1.9265	0.0808	461.8	1.9242	110
115	0.0898	466.9	1.9442	0.0870	466.9	1.9418	0.0844	466.8	1.9394	0.0819	466.7	1.9370	115
120	0.0911	471.9	1.9570	0.0882	471.9	1.9545	0.0856	471.8	1.9521	0.0831	471.7	1.9498	120
125	0.0923	476.9	1.9697	0.0894	476.9	1.9672	0.0868	476.8	1.9648	0.0842	476.7	1.9625	125
130	0.0935	482.0	1.9823	0.0906	481.9	1.9798	0.0879	481.9	1.9775	0.0854	481.8	1.9752	130
135	0.0948	487.1	1.9948	0.0919	487.0	1.9924	0.0891	487.0	1.9900	0.0865	486.9	1.9877	135
140	0.0960	492.2	2.0073	0.0931	492.2	2.0049	0.0903	492.1	2.0025	0.0876	492.0	2.0002	140

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	360			370			380			390			TEMP. °C
	(–8.28°C)			(–7.53°C)			(–6.79°C)			(–6.07°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0500)	(353.4)	(1.5854)	(0.0487)	(353.8)	(1.5851)	(0.0475)	(354.3)	(1.5849)	(0.0463)	(354.7)	(1.5846)	
–5	0.0509	356.3	1.5961	0.0494	356.1	1.5934	0.0479	355.8	1.5908	0.0465	355.6	1.5882	–5
0	0.0523	360.6	1.6122	0.0507	360.4	1.6095	0.0492	360.2	1.6069	0.0478	360.0	1.6044	0
5	0.0536	365.0	1.6279	0.0520	364.8	1.6253	0.0505	364.6	1.6228	0.0491	364.4	1.6203	5
10	0.0549	369.3	1.6434	0.0533	369.1	1.6408	0.0518	368.9	1.6384	0.0503	368.8	1.6359	10
15	0.0562	373.7	1.6587	0.0545	373.5	1.6561	0.0530	373.3	1.6537	0.0515	373.2	1.6513	15
20	0.0574	378.0	1.6737	0.0558	377.9	1.6712	0.0542	377.7	1.6688	0.0527	377.6	1.6664	20
25	0.0587	382.4	1.6886	0.0570	382.3	1.6861	0.0554	382.1	1.6838	0.0538	382.0	1.6814	25
30	0.0599	386.9	1.7033	0.0582	386.7	1.7009	0.0566	386.6	1.6985	0.0550	386.4	1.6962	30
35	0.0611	391.3	1.7178	0.0594	391.2	1.7154	0.0577	391.0	1.7131	0.0561	390.9	1.7108	35
40	0.0623	395.8	1.7322	0.0606	395.6	1.7299	0.0589	395.5	1.7275	0.0573	395.4	1.7253	40
45	0.0635	400.3	1.7465	0.0617	400.2	1.7441	0.0600	400.0	1.7418	0.0584	399.9	1.7396	45
50	0.0647	404.8	1.7606	0.0629	404.7	1.7583	0.0611	404.6	1.7560	0.0595	404.5	1.7538	50
55	0.0659	409.4	1.7746	0.0640	409.3	1.7723	0.0623	409.1	1.7700	0.0606	409.0	1.7678	55
60	0.0671	414.0	1.7885	0.0652	413.9	1.7862	0.0634	413.7	1.7840	0.0617	413.6	1.7818	60
65	0.0682	418.6	1.8023	0.0663	418.5	1.8000	0.0645	418.4	1.7978	0.0628	418.3	1.7956	65
70	0.0694	423.2	1.8160	0.0675	423.1	1.8137	0.0656	423.0	1.8115	0.0638	422.9	1.8093	70
75	0.0706	427.9	1.8295	0.0686	427.8	1.8273	0.0667	427.7	1.8250	0.0649	427.6	1.8229	75
80	0.0717	432.7	1.8430	0.0697	432.6	1.8407	0.0678	432.5	1.8385	0.0660	432.4	1.8364	80
85	0.0728	437.4	1.8564	0.0708	437.3	1.8541	0.0689	437.2	1.8519	0.0671	437.1	1.8498	85
90	0.0740	442.2	1.8696	0.0719	442.1	1.8674	0.0700	442.0	1.8652	0.0681	441.9	1.8631	90
95	0.0751	447.0	1.8828	0.0730	446.9	1.8806	0.0710	446.9	1.8784	0.0692	446.8	1.8763	95
100	0.0762	451.9	1.8959	0.0741	451.8	1.8937	0.0721	451.7	1.8915	0.0702	451.6	1.8894	100
105	0.0774	456.8	1.9090	0.0752	456.7	1.9067	0.0732	456.6	1.9046	0.0713	456.5	1.9025	105
110	0.0785	461.7	1.9219	0.0763	461.6	1.9197	0.0743	461.5	1.9175	0.0723	461.5	1.9154	110
115	0.0796	466.7	1.9348	0.0774	466.6	1.9326	0.0753	466.5	1.9304	0.0733	466.4	1.9283	115
120	0.0807	471.7	1.9476	0.0785	471.6	1.9454	0.0764	471.5	1.9432	0.0744	471.4	1.9411	120
125	0.0818	476.7	1.9603	0.0796	476.6	1.9581	0.0774	476.5	1.9559	0.0754	476.5	1.9538	125
130	0.0829	481.7	1.9729	0.0807	481.7	1.9707	0.0785	481.6	1.9686	0.0764	481.5	1.9665	130
135	0.0841	486.8	1.9855	0.0817	486.8	1.9833	0.0795	486.7	1.9812	0.0775	486.7	1.9791	135
140	0.0852	492.0	1.9980	0.0828	491.9	1.9958	0.0806	491.8	1.9937	0.0785	491.8	1.9916	140
145	0.0863	497.1	2.0104	0.0839	497.1	2.0082	0.0816	497.0	2.0061	0.0795	497.0	2.0040	145

Table 2 (continued)
DuPont™ ISCEON® MO29 Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	400			425			450			475			TEMP. °C
	(–5.36°C)			(–3.64°C)			(–2.00°C)			(–0.43°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0451)	(355.1)	(1.5844)	(0.0425)	(356.0)	(1.5839)	(0.0402)	(356.9)	(1.5834)	(0.0381)	(357.8)	(1.5829)	
–5	0.0452	355.4	1.5856	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–5
0	0.0465	359.8	1.6019	0.0434	359.2	1.5958	0.0407	358.7	1.5900	0.0382	358.1	1.5843	0
5	0.0477	364.2	1.6178	0.0446	363.7	1.6119	0.0418	363.2	1.6062	0.0393	362.7	1.6007	5
10	0.0489	368.6	1.6335	0.0457	368.1	1.6277	0.0429	367.6	1.6221	0.0404	367.2	1.6168	10
15	0.0501	373.0	1.6489	0.0469	372.5	1.6432	0.0440	372.1	1.6377	0.0414	371.7	1.6325	15
20	0.0513	377.4	1.6641	0.0480	377.0	1.6585	0.0451	376.6	1.6531	0.0424	376.2	1.6480	20
25	0.0524	381.8	1.6791	0.0491	381.4	1.6736	0.0461	381.1	1.6683	0.0434	380.7	1.6632	25
30	0.0535	386.3	1.6939	0.0501	385.9	1.6885	0.0471	385.6	1.6832	0.0444	385.2	1.6782	30
35	0.0546	390.8	1.7086	0.0512	390.4	1.7032	0.0481	390.1	1.6980	0.0454	389.7	1.6931	35
40	0.0557	395.3	1.7231	0.0523	394.9	1.7177	0.0491	394.6	1.7126	0.0464	394.3	1.7077	40
45	0.0568	399.8	1.7374	0.0533	399.5	1.7321	0.0501	399.2	1.7270	0.0473	398.8	1.7222	45
50	0.0579	404.3	1.7516	0.0543	404.0	1.7463	0.0511	403.7	1.7413	0.0482	403.4	1.7365	50
55	0.0590	408.9	1.7657	0.0553	408.6	1.7604	0.0521	408.3	1.7555	0.0492	408.1	1.7507	55
60	0.0601	413.5	1.7796	0.0564	413.3	1.7744	0.0531	413.0	1.7695	0.0501	412.7	1.7648	60
65	0.0611	418.2	1.7934	0.0574	417.9	1.7883	0.0540	417.6	1.7834	0.0510	417.4	1.7787	65
70	0.0622	422.8	1.8072	0.0584	422.6	1.8020	0.0550	422.3	1.7972	0.0519	422.1	1.7926	70
75	0.0632	427.5	1.8208	0.0594	427.3	1.8157	0.0559	427.1	1.8108	0.0528	426.8	1.8063	75
80	0.0643	432.3	1.8343	0.0603	432.1	1.8292	0.0568	431.8	1.8244	0.0537	431.6	1.8198	80
85	0.0653	437.1	1.8477	0.0613	436.8	1.8426	0.0578	436.6	1.8379	0.0546	436.4	1.8333	85
90	0.0663	441.9	1.8610	0.0623	441.6	1.8560	0.0587	441.4	1.8512	0.0555	441.2	1.8467	90
95	0.0674	446.7	1.8742	0.0633	446.5	1.8692	0.0596	446.3	1.8645	0.0564	446.1	1.8600	95
100	0.0684	451.6	1.8874	0.0642	451.4	1.8824	0.0606	451.2	1.8777	0.0573	451.0	1.8732	100
105	0.0694	456.5	1.9004	0.0652	456.3	1.8955	0.0615	456.1	1.8908	0.0581	455.9	1.8863	105
110	0.0704	461.4	1.9134	0.0662	461.2	1.9084	0.0624	461.0	1.9038	0.0590	460.8	1.8993	110
115	0.0715	466.4	1.9263	0.0671	466.2	1.9213	0.0633	466.0	1.9167	0.0599	465.8	1.9123	115
120	0.0725	471.4	1.9391	0.0681	471.2	1.9342	0.0642	471.0	1.9295	0.0607	470.9	1.9251	120
125	0.0735	476.4	1.9518	0.0690	476.2	1.9469	0.0651	476.1	1.9423	0.0616	475.9	1.9379	125
130	0.0745	481.5	1.9645	0.0700	481.3	1.9596	0.0660	481.2	1.9550	0.0624	481.0	1.9506	130
135	0.0755	486.6	1.9770	0.0709	486.4	1.9722	0.0669	486.3	1.9676	0.0633	486.1	1.9632	135
140	0.0765	491.7	1.9896	0.0719	491.6	1.9847	0.0678	491.4	1.9801	0.0641	491.3	1.9757	140
145	0.0775	496.9	2.0020	0.0728	496.7	1.9972	0.0687	496.6	1.9926	0.0650	496.5	1.9882	145

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	500			525			550			575			TEMP. °C
	(1.08°C)			(2.54°C)			(3.94°C)			(5.30°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0362)	(358.6)	(1.5825)	(0.0345)	(359.3)	(1.5821)	(0.0330)	(360.1)	(1.5817)	(0.0315)	(360.8)	(1.5814)	
5	0.0371	362.1	1.5954	0.0350	361.6	1.5903	0.0332	361.1	1.5852	—	—	—	5
10	0.0381	366.7	1.6116	0.0360	366.2	1.6066	0.0341	365.7	1.6017	0.0324	365.2	1.5970	10
15	0.0391	371.2	1.6274	0.0370	370.7	1.6225	0.0351	370.3	1.6178	0.0333	369.8	1.6132	15
20	0.0401	375.7	1.6430	0.0380	375.3	1.6382	0.0360	374.9	1.6336	0.0342	374.4	1.6291	20
25	0.0411	380.3	1.6583	0.0389	379.9	1.6536	0.0369	379.5	1.6491	0.0351	379.0	1.6447	25
30	0.0420	384.8	1.6734	0.0398	384.4	1.6688	0.0378	384.0	1.6643	0.0360	383.7	1.6600	30
35	0.0429	389.4	1.6883	0.0407	389.0	1.6838	0.0387	388.6	1.6794	0.0368	388.3	1.6751	35
40	0.0439	393.9	1.7030	0.0416	393.6	1.6986	0.0395	393.2	1.6942	0.0376	392.9	1.6900	40
45	0.0448	398.5	1.7176	0.0425	398.2	1.7131	0.0404	397.9	1.7089	0.0385	397.5	1.7048	45
50	0.0457	403.1	1.7320	0.0433	402.8	1.7276	0.0412	402.5	1.7234	0.0393	402.2	1.7193	50
55	0.0466	407.8	1.7462	0.0442	407.5	1.7419	0.0420	407.2	1.7377	0.0401	406.9	1.7337	55
60	0.0474	412.4	1.7603	0.0450	412.2	1.7560	0.0428	411.9	1.7519	0.0408	411.6	1.7479	60
65	0.0483	417.1	1.7743	0.0459	416.9	1.7700	0.0437	416.6	1.7659	0.0416	416.3	1.7620	65
70	0.0492	421.8	1.7881	0.0467	421.6	1.7839	0.0445	421.3	1.7798	0.0424	421.1	1.7759	70
75	0.0500	426.6	1.8019	0.0475	426.3	1.7977	0.0453	426.1	1.7936	0.0432	425.8	1.7897	75
80	0.0509	431.4	1.8155	0.0484	431.1	1.8113	0.0460	430.9	1.8073	0.0439	430.7	1.8034	80
85	0.0518	436.2	1.8290	0.0492	435.9	1.8248	0.0468	435.7	1.8209	0.0447	435.5	1.8170	85
90	0.0526	441.0	1.8424	0.0500	440.8	1.8383	0.0476	440.6	1.8343	0.0454	440.3	1.8305	90
95	0.0534	445.9	1.8557	0.0508	445.7	1.8516	0.0484	445.4	1.8477	0.0462	445.2	1.8439	95
100	0.0543	450.8	1.8689	0.0516	450.6	1.8648	0.0491	450.4	1.8609	0.0469	450.2	1.8572	100
105	0.0551	455.7	1.8820	0.0524	455.5	1.8780	0.0499	455.3	1.8741	0.0476	455.1	1.8703	105
110	0.0559	460.7	1.8951	0.0532	460.5	1.8910	0.0507	460.3	1.8872	0.0484	460.1	1.8834	110
115	0.0568	465.7	1.9080	0.0540	465.5	1.9040	0.0514	465.3	1.9001	0.0491	465.1	1.8964	115
120	0.0576	470.7	1.9209	0.0548	470.5	1.9169	0.0522	470.3	1.9130	0.0498	470.2	1.9094	120
125	0.0584	475.7	1.9337	0.0555	475.6	1.9297	0.0529	475.4	1.9259	0.0506	475.2	1.9222	125
130	0.0592	480.8	1.9464	0.0563	480.7	1.9424	0.0537	480.5	1.9386	0.0513	480.3	1.9349	130
135	0.0600	486.0	1.9590	0.0571	485.8	1.9551	0.0544	485.6	1.9513	0.0520	485.5	1.9476	135
140	0.0609	491.1	1.9716	0.0579	491.0	1.9676	0.0552	490.8	1.9638	0.0527	490.6	1.9602	140
145	0.0617	496.3	1.9841	0.0587	496.2	1.9801	0.0559	496.0	1.9763	0.0534	495.9	1.9727	145
150	0.0625	501.5	1.9965	0.0594	501.4	1.9926	0.0567	501.2	1.9888	0.0541	501.1	1.9852	150
155	0.0633	506.8	2.0088	0.0602	506.6	2.0049	0.0574	506.5	2.0011	0.0548	506.4	1.9975	155

Table 2
DuPont™ ISCEON® MO29 Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg·K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	600			625			650			675			TEMP. °C
	(6.61°C)			(7.89°C)			(9.12°C)			(10.32°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0302)	(361.5)	(1.581)	(0.0290)	(362.1)	(1.5807)	(0.0279)	(362.8)	(1.5804)	(0.0268)	(363.4)	(1.5802)	
10	0.0308	364.7	1.5924	0.0294	364.1	1.5878	0.0280	363.6	1.5834	—	—	—	10
15	0.0317	369.3	1.6087	0.0303	368.8	1.6043	0.0289	368.4	1.6001	0.0276	367.9	1.5959	15
20	0.0326	374.0	1.6247	0.0311	373.5	1.6205	0.0297	373.1	1.6163	0.0284	372.6	1.6122	20
25	0.0335	378.6	1.6404	0.0319	378.2	1.6363	0.0305	377.8	1.6322	0.0292	377.3	1.6282	25
30	0.0343	383.3	1.6558	0.0327	382.9	1.6518	0.0313	382.5	1.6478	0.0300	382.1	1.6439	30
35	0.0351	387.9	1.6710	0.0335	387.5	1.6670	0.0321	387.2	1.6631	0.0307	386.8	1.6594	35
40	0.0359	392.6	1.6860	0.0343	392.2	1.6821	0.0329	391.8	1.6783	0.0315	391.5	1.6745	40
45	0.0367	397.2	1.7008	0.0351	396.9	1.6969	0.0336	396.5	1.6931	0.0322	396.2	1.6895	45
50	0.0375	401.9	1.7154	0.0358	401.6	1.7115	0.0343	401.3	1.7078	0.0329	400.9	1.7043	50
55	0.0383	406.6	1.7298	0.0366	406.3	1.7260	0.0351	406.0	1.7224	0.0336	405.7	1.7188	55
60	0.0390	411.3	1.7440	0.0373	411.0	1.7403	0.0358	410.7	1.7367	0.0343	410.4	1.7332	60
65	0.0398	416.0	1.7582	0.0381	415.8	1.7545	0.0365	415.5	1.7509	0.0350	415.2	1.7475	65
70	0.0405	420.8	1.7721	0.0388	420.5	1.7685	0.0372	420.3	1.7650	0.0357	420.0	1.7615	70
75	0.0413	425.6	1.7860	0.0395	425.3	1.7824	0.0379	425.1	1.7789	0.0364	424.8	1.7755	75
80	0.0420	430.4	1.7997	0.0402	430.2	1.7961	0.0386	429.9	1.7927	0.0370	429.7	1.7893	80
85	0.0427	435.3	1.8133	0.0409	435.0	1.8098	0.0392	434.8	1.8063	0.0377	434.6	1.8030	85
90	0.0434	440.1	1.8268	0.0416	439.9	1.8233	0.0399	439.7	1.8199	0.0383	439.5	1.8166	90
95	0.0441	445.0	1.8402	0.0423	444.8	1.8367	0.0406	444.6	1.8333	0.0390	444.4	1.8301	95
100	0.0449	450.0	1.8535	0.0430	449.7	1.8501	0.0412	449.5	1.8467	0.0396	449.3	1.8434	100
105	0.0456	454.9	1.8667	0.0437	454.7	1.8633	0.0419	454.5	1.8599	0.0403	454.3	1.8567	105
110	0.0463	459.9	1.8799	0.0443	459.7	1.8764	0.0426	459.5	1.8731	0.0409	459.3	1.8699	110
115	0.0470	464.9	1.8929	0.0450	464.7	1.8894	0.0432	464.6	1.8861	0.0415	464.4	1.8829	115
120	0.0477	470.0	1.9058	0.0457	469.8	1.9024	0.0439	469.6	1.8991	0.0422	469.4	1.8959	120
125	0.0484	475.1	1.9186	0.0464	474.9	1.9152	0.0445	474.7	1.9120	0.0428	474.5	1.9088	125
130	0.0491	480.2	1.9314	0.0470	480.0	1.9280	0.0451	479.8	1.9248	0.0434	479.7	1.9216	130
135	0.0497	485.3	1.9441	0.0477	485.2	1.9407	0.0458	485.0	1.9375	0.0440	484.8	1.9343	135
140	0.0504	490.5	1.9567	0.0484	490.3	1.9533	0.0464	490.2	1.9501	0.0446	490.0	1.9470	140
145	0.0511	495.7	1.9692	0.0490	495.5	1.9659	0.0471	495.4	1.9626	0.0453	495.2	1.9595	145
150	0.0518	500.9	1.9817	0.0497	500.8	1.9783	0.0477	500.6	1.9751	0.0459	500.5	1.9720	150
155	0.0525	506.2	1.9941	0.0503	506.1	1.9907	0.0483	505.9	1.9875	0.0465	505.8	1.9844	155
160	0.0532	511.5	2.0064	0.0510	511.4	2.0031	0.0490	511.2	1.9999	0.0471	511.1	1.9968	160

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	700			725			750			775			TEMP. °C
	(11.49°C)			(12.63°C)			(13.74°C)			(14.82°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0258)	(363.9)	(1.5799)	(0.0249)	(364.5)	(1.5796)	(0.0241)	(365.0)	(1.5794)	(0.0233)	(365.6)	(1.5791)	
15	0.0264	367.3	1.5917	0.0253	366.8	1.5877	0.0243	366.3	1.5837	0.0233	365.7	1.5798	15
20	0.0272	372.1	1.6083	0.0261	371.7	1.6043	0.0251	371.2	1.6005	0.0241	370.7	1.5967	20
25	0.0280	376.9	1.6244	0.0269	376.5	1.6206	0.0258	376.0	1.6169	0.0248	375.6	1.6132	25
30	0.0288	381.7	1.6402	0.0276	381.2	1.6365	0.0265	380.8	1.6329	0.0255	380.4	1.6293	30
35	0.0295	386.4	1.6557	0.0283	386.0	1.6521	0.0273	385.6	1.6485	0.0262	385.2	1.6451	35
40	0.0302	391.1	1.6709	0.0290	390.8	1.6674	0.0279	390.4	1.6639	0.0269	390.0	1.6606	40
45	0.0309	395.9	1.6859	0.0297	395.5	1.6825	0.0286	395.2	1.6791	0.0276	394.8	1.6758	45
50	0.0316	400.6	1.7008	0.0304	400.3	1.6973	0.0293	400.0	1.6940	0.0282	399.6	1.6908	50
55	0.0323	405.4	1.7154	0.0311	405.1	1.7120	0.0299	404.8	1.7088	0.0289	404.4	1.7056	55
60	0.0330	410.2	1.7298	0.0317	409.9	1.7265	0.0306	409.6	1.7233	0.0295	409.3	1.7201	60
65	0.0337	414.9	1.7441	0.0324	414.7	1.7408	0.0312	414.4	1.7377	0.0301	414.1	1.7346	65
70	0.0343	419.8	1.7582	0.0330	419.5	1.7550	0.0318	419.2	1.7519	0.0307	419.0	1.7488	70
75	0.0350	424.6	1.7722	0.0337	424.3	1.7690	0.0324	424.1	1.7659	0.0313	423.8	1.7629	75
80	0.0356	429.5	1.7861	0.0343	429.2	1.7829	0.0331	429.0	1.7798	0.0319	428.7	1.7768	80
85	0.0362	434.3	1.7998	0.0349	434.1	1.7967	0.0337	433.9	1.7936	0.0325	433.6	1.7906	85
90	0.0369	439.2	1.8134	0.0355	439.0	1.8103	0.0343	438.8	1.8073	0.0331	438.6	1.8043	90
95	0.0375	444.2	1.8269	0.0361	444.0	1.8238	0.0348	443.7	1.8208	0.0336	443.5	1.8179	95
100	0.0381	449.1	1.8403	0.0367	448.9	1.8372	0.0354	448.7	1.8342	0.0342	448.5	1.8313	100
105	0.0387	454.1	1.8536	0.0373	453.9	1.8505	0.0360	453.7	1.8476	0.0348	453.5	1.8447	105
110	0.0394	459.1	1.8667	0.0379	458.9	1.8637	0.0366	458.8	1.8608	0.0354	458.6	1.8579	110
115	0.0400	464.2	1.8798	0.0385	464.0	1.8768	0.0372	463.8	1.8739	0.0359	463.6	1.8711	115
120	0.0406	469.3	1.8928	0.0391	469.1	1.8898	0.0378	468.9	1.8869	0.0365	468.7	1.8841	120
125	0.0412	474.4	1.9057	0.0397	474.2	1.9027	0.0383	474.0	1.8999	0.0370	473.8	1.8971	125
130	0.0418	479.5	1.9185	0.0403	479.3	1.9156	0.0389	479.2	1.9127	0.0376	479.0	1.9099	130
135	0.0424	484.7	1.9313	0.0409	484.5	1.9283	0.0395	484.3	1.9255	0.0381	484.2	1.9227	135
140	0.0430	489.9	1.9439	0.0415	489.7	1.9410	0.0400	489.6	1.9382	0.0387	489.4	1.9354	140
145	0.0436	495.1	1.9565	0.0420	494.9	1.9536	0.0406	494.8	1.9508	0.0392	494.6	1.9480	145
150	0.0442	500.4	1.9690	0.0426	500.2	1.9661	0.0411	500.1	1.9633	0.0398	499.9	1.9605	150
155	0.0448	505.6	1.9814	0.0432	505.5	1.9785	0.0417	505.4	1.9757	0.0403	505.2	1.9730	155
160	0.0454	511.0	1.9938	0.0437	510.8	1.9909	0.0422	510.7	1.9881	0.0408	510.5	1.9854	160
165	0.0459	516.3	2.0061	0.0443	516.2	2.0032	0.0428	516.0	2.0004	0.0414	515.9	1.9977	165

Table 2 (continued)
DuPont™ ISCEON® MO29 Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	800			850			900			950			TEMP. °C
	(15.87°C)			(17.91°C)			(19.86°C)			(21.73°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0225)	(366.1)	(1.5789)	(0.0212)	(367.0)	(1.5784)	(0.0199)	(367.9)	(1.578)	(0.0188)	(368.8)	(1.5775)	
20	0.0232	370.2	1.5930	0.0215	369.1	1.5857	0.0200	368.1	1.5785	—	—	—	20
25	0.0239	375.1	1.6096	0.0222	374.1	1.6026	0.0207	373.2	1.5957	0.0193	372.1	1.5889	25
30	0.0246	380.0	1.6258	0.0229	379.1	1.6190	0.0213	378.2	1.6124	0.0199	377.3	1.6059	30
35	0.0253	384.8	1.6417	0.0235	384.0	1.6351	0.0220	383.2	1.6287	0.0206	382.3	1.6224	35
40	0.0259	389.6	1.6573	0.0242	388.9	1.6508	0.0226	388.1	1.6446	0.0212	387.3	1.6386	40
45	0.0266	394.5	1.6726	0.0248	393.8	1.6663	0.0232	393.0	1.6602	0.0218	392.3	1.6543	45
50	0.0272	399.3	1.6876	0.0254	398.6	1.6814	0.0238	397.9	1.6755	0.0223	397.2	1.6698	50
55	0.0278	404.1	1.7024	0.0260	403.5	1.6964	0.0244	402.8	1.6906	0.0229	402.2	1.6850	55
60	0.0285	409.0	1.7171	0.0266	408.4	1.7111	0.0249	407.8	1.7054	0.0234	407.1	1.6999	60
65	0.0291	413.8	1.7315	0.0272	413.2	1.7257	0.0255	412.7	1.7201	0.0240	412.1	1.7147	65
70	0.0297	418.7	1.7458	0.0277	418.1	1.7400	0.0260	417.6	1.7345	0.0245	417.0	1.7292	70
75	0.0302	423.6	1.7599	0.0283	423.0	1.7542	0.0266	422.5	1.7488	0.0250	422.0	1.7436	75
80	0.0308	428.5	1.7739	0.0288	428.0	1.7683	0.0271	427.5	1.7629	0.0255	427.0	1.7577	80
85	0.0314	433.4	1.7878	0.0294	432.9	1.7822	0.0276	432.4	1.7769	0.0260	432.0	1.7718	85
90	0.0320	438.3	1.8015	0.0299	437.9	1.7960	0.0281	437.4	1.7907	0.0265	437.0	1.7857	90
95	0.0325	443.3	1.8151	0.0305	442.9	1.8096	0.0286	442.4	1.8044	0.0270	442.0	1.7994	95
100	0.0331	448.3	1.8285	0.0310	447.9	1.8231	0.0291	447.5	1.8180	0.0275	447.0	1.8130	100
105	0.0336	453.3	1.8419	0.0315	452.9	1.8365	0.0297	452.5	1.8314	0.0280	452.1	1.8265	105
110	0.0342	458.4	1.8552	0.0320	458.0	1.8498	0.0301	457.6	1.8447	0.0285	457.2	1.8399	110
115	0.0347	463.4	1.8683	0.0326	463.1	1.8630	0.0306	462.7	1.8580	0.0289	462.3	1.8532	115
120	0.0353	468.5	1.8814	0.0331	468.2	1.8761	0.0311	467.8	1.8711	0.0294	467.5	1.8663	120
125	0.0358	473.7	1.8943	0.0336	473.3	1.8891	0.0316	473.0	1.8841	0.0299	472.6	1.8794	125
130	0.0363	478.8	1.9072	0.0341	478.5	1.9020	0.0321	478.2	1.8971	0.0303	477.8	1.8923	130
135	0.0369	484.0	1.9200	0.0346	483.7	1.9148	0.0326	483.4	1.9099	0.0308	483.0	1.9052	135
140	0.0374	489.2	1.9327	0.0351	488.9	1.9276	0.0331	488.6	1.9227	0.0312	488.3	1.9180	140
145	0.0379	494.5	1.9453	0.0356	494.2	1.9402	0.0335	493.9	1.9353	0.0317	493.6	1.9307	145
150	0.0385	499.8	1.9579	0.0361	499.5	1.9528	0.0340	499.2	1.9479	0.0321	498.9	1.9433	150
155	0.0390	505.1	1.9703	0.0366	504.8	1.9653	0.0345	504.5	1.9604	0.0326	504.2	1.9558	155
160	0.0395	510.4	1.9827	0.0371	510.1	1.9777	0.0350	509.8	1.9729	0.0330	509.6	1.9683	160
165	0.0400	515.8	1.9950	0.0376	515.5	1.9900	0.0354	515.2	1.9852	0.0335	514.9	1.9807	165
170	0.0405	521.2	2.0073	0.0381	520.9	2.0023	0.0359	520.6	1.9975	0.0339	520.4	1.9930	170

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	1000			1100			1200			1300			TEMP. °C
	(23.53°C)			(26.93°C)			(30.11°C)			(33.10°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0178)	(369.5)	(1.5771)	(0.0161)	(371.0)	(1.5762)	(0.0147)	(372.2)	(1.5752)	(0.0134)	(373.3)	(1.574)	
25	0.0180	371.1	1.5823	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25
30	0.0187	376.3	1.5996	0.0165	374.3	1.5871	0.0152	377.6	1.5929	—	—	—	30
35	0.0193	381.4	1.6164	0.0171	379.6	1.6045	0.0158	383.0	1.6102	0.0136	375.5	1.5813	35
40	0.0199	386.5	1.6327	0.0177	384.8	1.6213	0.0163	388.3	1.6270	0.0142	381.1	1.5994	40
45	0.0205	391.5	1.6486	0.0182	389.9	1.6376	0.0168	393.5	1.6433	0.0147	386.6	1.6167	45
50	0.0210	396.5	1.6642	0.0188	395.1	1.6536	0.0173	398.7	1.6593	0.0152	391.9	1.6334	50
55	0.0216	401.5	1.6796	0.0193	400.1	1.6692	0.0178	403.9	1.6749	0.0157	397.2	1.6497	55
60	0.0221	406.5	1.6946	0.0198	405.2	1.6845	0.0183	409.0	1.6901	0.0162	402.5	1.6656	60
65	0.0226	411.5	1.7095	0.0203	410.3	1.6995	0.0187	414.1	1.7052	0.0166	407.7	1.6812	65
70	0.0231	416.5	1.7241	0.0207	415.3	1.7144	0.0192	419.2	1.7200	0.0170	412.9	1.6964	70
75	0.0236	421.5	1.7385	0.0212	420.4	1.7290	0.0196	424.3	1.7345	0.0175	418.1	1.7114	75
80	0.0241	426.5	1.7528	0.0217	425.4	1.7434	0.0200	429.5	1.7489	0.0179	423.3	1.7261	80
85	0.0246	431.5	1.7669	0.0221	430.5	1.7576	0.0205	434.6	1.7631	0.0183	428.4	1.7407	85
90	0.0251	436.5	1.7808	0.0226	435.5	1.7717	0.0209	439.7	1.7771	0.0187	433.6	1.7550	90
95	0.0255	441.5	1.7946	0.0230	440.6	1.7856	0.0213	444.9	1.7910	0.0191	438.8	1.7692	95
100	0.0260	446.6	1.8083	0.0234	445.7	1.7993	0.0217	450.0	1.8047	0.0195	444.0	1.7831	100
105	0.0265	451.7	1.8218	0.0239	450.9	1.8130	0.0221	455.2	1.8183	0.0198	449.2	1.7970	105
110	0.0269	456.8	1.8352	0.0243	456.0	1.8265	0.0225	460.4	1.8318	0.0202	454.4	1.8107	110
115	0.0274	461.9	1.8485	0.0247	461.2	1.8399	0.0229	465.6	1.8451	0.0206	459.6	1.8242	115
120	0.0278	467.1	1.8617	0.0251	466.3	1.8531	0.0232	470.8	1.8584	0.0209	464.8	1.8376	120
125	0.0283	472.3	1.8748	0.0255	471.5	1.8663	0.0236	476.1	1.8715	0.0213	470.1	1.8509	125
130	0.0287	477.5	1.8878	0.0259	476.8	1.8794	0.0240	481.4	1.8845	0.0217	475.4	1.8641	130
135	0.0292	482.7	1.9007	0.0263	482.0	1.8923	0.0244	486.7	1.8974	0.0220	480.7	1.8772	135
140	0.0296	488.0	1.9135	0.0267	487.3	1.9052	0.0247	492.0	1.9102	0.0224	486.0	1.8902	140
145	0.0300	493.2	1.9263	0.0271	492.6	1.9179	0.0251	497.3	1.9230	0.0227	491.4	1.9031	145
150	0.0305	498.6	1.9389	0.0275	498.0	1.9306	0.0255	502.7	1.9356	0.0231	496.7	1.9158	150
155	0.0309	503.9	1.9514	0.0279	503.3	1.9432	0.0259	508.1	1.9482	0.0234	502.1	1.9285	155
160	0.0313	509.3	1.9639	0.0283	508.7	1.9557	0.0262	513.6	1.9606	0.0238	507.6	1.9411	160
165	0.0317	514.7	1.9763	0.0287	514.1	1.9682	0.0266	519.0	1.9730	0.0241	513.0	1.9536	165
170	0.0322	520.1	1.9886	0.0291	519.6	1.9805	0.0269	524.5	1.9853	0.0244	518.5	1.9660	170
175	0.0326	525.6	2.0009	0.0295	525.0	1.9928	0.0273	530.0	1.9976	0.0248	524.0	1.9784	175

Table 2 (continued)
DuPont™ ISCEON® MO29 Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg·K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	1400			1500			1600			1700			TEMP. °C
	(35.92°C)			(38.59°C)			(41.13°C)			(43.55°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0124)	(374.3.)	(1.5732)	(0.0114)	(375.1)	(1.5721)	(0.0106)	(375.9)	(1.571)	(0.0099)	(376.5)	(1.5697)	
40	0.0128	379.1	1.5886	0.0116	376.9	1.5776	—	—	—	—	—	—	40
45	0.0133	384.7	1.6065	0.0121	382.8	1.5964	0.0110	380.7	1.5861	0.0100	378.4	1.5757	45
50	0.0138	390.3	1.6238	0.0126	388.5	1.6142	0.0115	386.6	1.6047	0.0105	384.6	1.5951	50
55	0.0143	395.7	1.6405	0.0131	394.1	1.6314	0.0120	392.4	1.6224	0.0110	390.6	1.6135	55
60	0.0147	401.1	1.6567	0.0135	399.6	1.6480	0.0124	398.0	1.6395	0.0114	396.4	1.6310	60
65	0.0152	406.4	1.6725	0.0139	405.0	1.6642	0.0128	403.6	1.6560	0.0118	402.1	1.6480	65
70	0.0156	411.7	1.6880	0.0143	410.4	1.6799	0.0132	409.0	1.6720	0.0122	407.7	1.6643	70
75	0.0160	416.9	1.7032	0.0147	415.7	1.6953	0.0136	414.5	1.6877	0.0126	413.2	1.6803	75
80	0.0164	422.1	1.7182	0.0151	421.0	1.7105	0.0140	419.8	1.7031	0.0129	418.6	1.6959	80
85	0.0168	427.4	1.7328	0.0155	426.3	1.7253	0.0143	425.2	1.7181	0.0133	424.1	1.7111	85
90	0.0172	432.6	1.7473	0.0158	431.6	1.7400	0.0147	430.5	1.7329	0.0136	429.5	1.7261	90
95	0.0175	437.8	1.7616	0.0162	436.8	1.7544	0.0150	435.9	1.7475	0.0140	434.9	1.7408	95
100	0.0179	443.0	1.7757	0.0165	442.1	1.7686	0.0153	441.2	1.7618	0.0143	440.2	1.7553	100
105	0.0183	448.3	1.7896	0.0169	447.4	1.7827	0.0157	446.5	1.7760	0.0146	445.6	1.7696	105
110	0.0186	453.5	1.8034	0.0172	452.7	1.7966	0.0160	451.8	1.7900	0.0149	451.0	1.7837	110
115	0.0190	458.8	1.8171	0.0176	458.0	1.8103	0.0163	457.2	1.8038	0.0152	456.3	1.7976	115
120	0.0193	464.1	1.8306	0.0179	463.3	1.8239	0.0166	462.5	1.8175	0.0155	461.7	1.8114	120
125	0.0196	469.4	1.8439	0.0182	468.6	1.8373	0.0169	467.9	1.8310	0.0158	467.1	1.8250	125
130	0.0200	474.7	1.8572	0.0185	473.9	1.8507	0.0172	473.2	1.8444	0.0161	472.5	1.8385	130
135	0.0203	480.0	1.8703	0.0188	479.3	1.8639	0.0176	478.6	1.8577	0.0164	477.9	1.8518	135
140	0.0206	485.3	1.8834	0.0192	484.7	1.8770	0.0179	484.0	1.8708	0.0167	483.3	1.8650	140
145	0.0210	490.7	1.8963	0.0195	490.1	1.8899	0.0181	489.4	1.8839	0.0170	488.8	1.8781	145
150	0.0213	496.1	1.9091	0.0198	495.5	1.9028	0.0184	494.9	1.8968	0.0173	494.2	1.8911	150
155	0.0216	501.5	1.9219	0.0201	500.9	1.9156	0.0187	500.3	1.9096	0.0175	499.7	1.9040	155
160	0.0219	507.0	1.9345	0.0204	506.4	1.9283	0.0190	505.8	1.9224	0.0178	505.2	1.9168	160
165	0.0223	512.4	1.9471	0.0207	511.9	1.9409	0.0193	511.3	1.9350	0.0181	510.7	1.9294	165
170	0.0226	517.9	1.9595	0.0210	517.4	1.9534	0.0196	516.8	1.9476	0.0184	516.3	1.9420	170
175	0.0229	523.5	1.9719	0.0213	522.9	1.9658	0.0199	522.4	1.9600	0.0186	521.9	1.9545	175
180	0.0232	529.0	1.9842	0.0216	528.5	1.9781	0.0202	528.0	1.9724	0.0189	527.4	1.9669	180
185	0.0235	534.6	1.9964	0.0219	534.1	1.9904	0.0204	533.6	1.9847	0.0192	533.1	1.9792	185
190	0.0238	540.2	2.0086	0.0222	539.7	2.0026	0.0207	539.2	1.9969	0.0194	538.7	1.9915	190

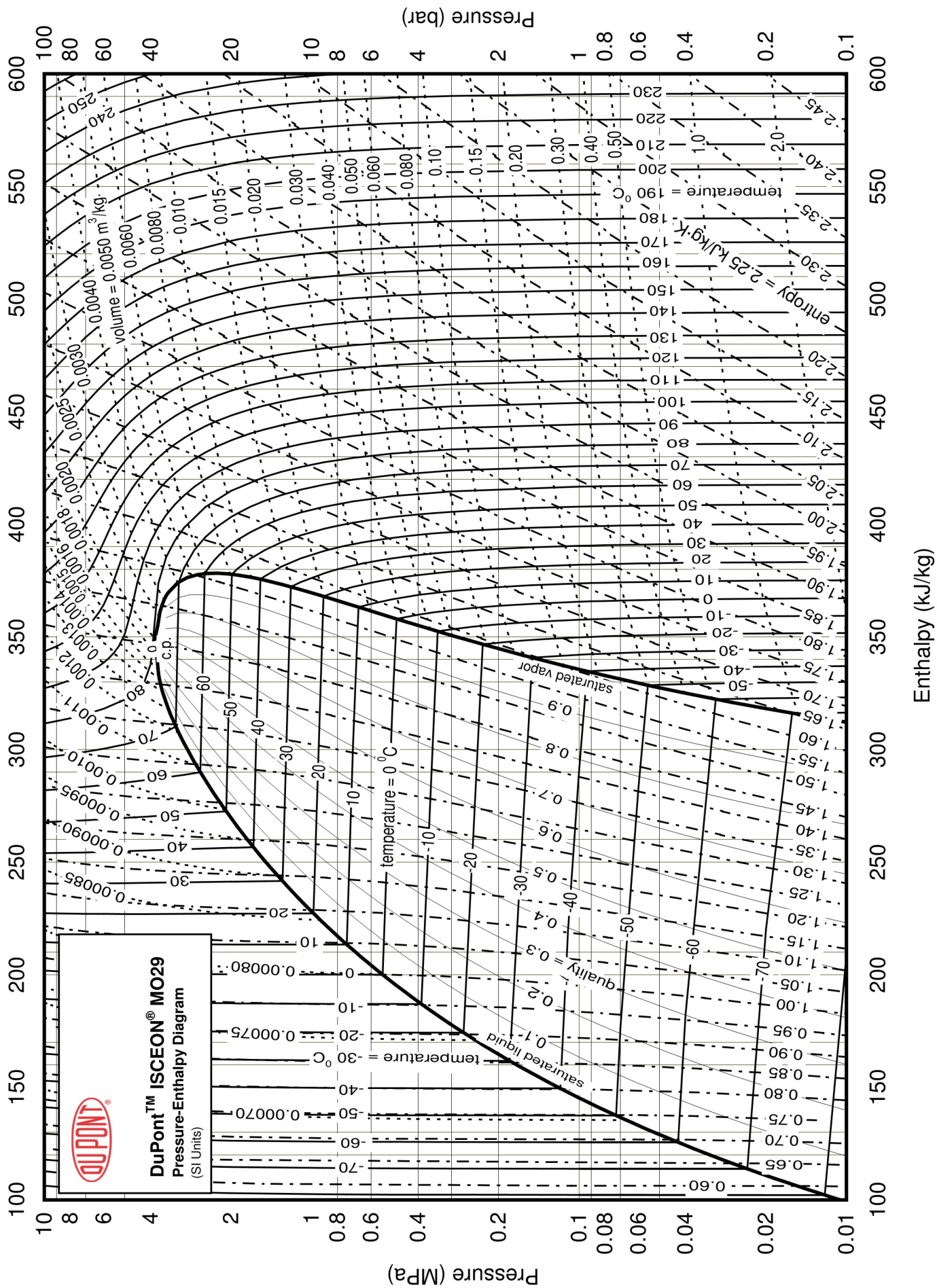
ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	1800			1900			2000			2200			TEMP. °C
	(45.87°C)			(48.09°C)			(50.22°C)			(54.25°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0092)	(377.0)	(1.5684)	(0.0086)	(377.5)	(1.5670)	(0.0081)	(377.8)	(1.5655)	(0.0071)	(378.2)	(1.5621)	
50	0.0096	382.5	1.5853	0.0088	380.1	1.5752	—	—	—	—	—	—	50
55	0.0101	388.7	1.6045	0.0093	386.7	1.5954	0.0086	384.5	1.5859	0.0079	382.1	1.5761	55
60	0.0105	394.7	1.6226	0.0097	392.9	1.6142	0.0090	391.0	1.6057	0.0083	389.0	1.5969	60
65	0.0109	400.5	1.6400	0.0101	398.9	1.6321	0.0094	397.2	1.6242	0.0088	395.4	1.6162	65
70	0.0113	406.2	1.6568	0.0105	404.8	1.6493	0.0098	403.2	1.6418	0.0091	401.6	1.6344	70
75	0.0117	411.9	1.6730	0.0109	410.5	1.6658	0.0102	409.1	1.6588	0.0095	407.6	1.6517	75
80	0.0121	417.4	1.6888	0.0112	416.1	1.6820	0.0105	414.8	1.6752	0.0098	413.5	1.6685	80
85	0.0124	422.9	1.7043	0.0116	421.7	1.6977	0.0108	420.5	1.6911	0.0102	419.3	1.6847	85
90	0.0127	428.4	1.7195	0.0119	427.3	1.7130	0.0112	426.1	1.7067	0.0105	425.0	1.7005	90
95	0.0130	433.8	1.7343	0.0122	432.8	1.7281	0.0115	431.7	1.7220	0.0108	430.6	1.7160	95
100	0.0134	439.2	1.7490	0.0125	438.3	1.7429	0.0118	437.2	1.7369	0.0111	436.2	1.7311	100
105	0.0137	444.7	1.7634	0.0128	443.7	1.7574	0.0121	442.8	1.7516	0.0114	441.8	1.7459	105
110	0.0140	450.1	1.7776	0.0131	449.2	1.7717	0.0123	448.3	1.7661	0.0116	447.3	1.7605	110
115	0.0143	455.5	1.7916	0.0134	454.6	1.7859	0.0126	453.8	1.7803	0.0119	452.9	1.7749	115
120	0.0146	460.9	1.8055	0.0137	460.1	1.7998	0.0129	459.3	1.7944	0.0122	458.4	1.7891	120
125	0.0148	466.3	1.8192	0.0140	465.5	1.8136	0.0132	464.7	1.8082	0.0124	463.9	1.8030	125
130	0.0151	471.7	1.8328	0.0142	471.0	1.8273	0.0134	470.2	1.8220	0.0127	469.5	1.8168	130
135	0.0154	477.2	1.8462	0.0145	476.5	1.8407	0.0137	475.7	1.8355	0.0129	475.0	1.8305	135
140	0.0157	482.6	1.8595	0.0148	482.0	1.8541	0.0139	481.3	1.8489	0.0132	480.6	1.8440	140
145	0.0159	488.1	1.8726	0.0150	487.4	1.8673	0.0142	486.8	1.8622	0.0134	486.1	1.8573	145
150	0.0162	493.6	1.8857	0.0153	493.0	1.8804	0.0144	492.3	1.8754	0.0137	491.7	1.8705	150
155	0.0165	499.1	1.8986	0.0155	498.5	1.8934	0.0147	497.9	1.8884	0.0139	497.2	1.8836	155
160	0.0167	504.6	1.9114	0.0158	504.0	1.9063	0.0149	503.4	1.9013	0.0141	502.8	1.8966	160
165	0.0170	510.2	1.9241	0.0160	509.6	1.9190	0.0152	509.0	1.9142	0.0144	508.4	1.9095	165
170	0.0173	515.7	1.9368	0.0163	515.2	1.9317	0.0154	514.6	1.9269	0.0146	514.0	1.9222	170
175	0.0175	521.3	1.9493	0.0165	520.8	1.9443	0.0156	520.2	1.9395	0.0148	519.7	1.9349	175
180	0.0178	526.9	1.9617	0.0168	526.4	1.9568	0.0159	525.9	1.9520	0.0151	525.3	1.9474	180
185	0.0180	532.6	1.9741	0.0170	532.0	1.9692	0.0161	531.5	1.9644	0.0153	531.0	1.9599	185
190	0.0183	538.2	1.9864	0.0173	537.7	1.9815	0.0163	537.2	1.9768	0.0155	536.7	1.9723	190
195	0.0185	543.9	1.9985	0.0175	543.4	1.9937	0.0166	542.9	1.9890	0.0157	542.4	1.9845	195
200	0.0188	549.6	2.0107	0.0177	549.1	2.0058	0.0168	548.6	2.0012	0.0159	548.2	1.9967	200

Table 2 (continued)
DuPont™ ISCEON® MO29 Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	2400			2600			2800			3000			TEMP. °C
	(58.01°C)			(61.52°C)			(64.82°C)			(67.92°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0063)	(378.4)	(1.5581)	(0.0056)	(377.9)	(1.5534)	(0.0050)	(377.1)	(1.5479)	(0.0044)	(375.7)	(1.5411)	
60	0.0065	381.6	1.5682	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60
65	0.0070	389.3	1.5910	0.0060	384.2	1.5721	0.0050	377.5	1.5491	—	—	—	65
70	0.0074	396.3	1.6115	0.0065	392.1	1.5953	0.0056	387.1	1.5773	0.0047	380.8	1.5558	70
75	0.0078	402.8	1.6306	0.0069	399.2	1.6160	0.0060	395.2	1.6006	0.0053	390.4	1.5837	75
80	0.0082	409.2	1.6486	0.0072	406.0	1.6352	0.0064	402.5	1.6214	0.0057	398.5	1.6069	80
85	0.0085	415.3	1.6658	0.0075	412.4	1.6533	0.0067	409.3	1.6407	0.0060	405.9	1.6277	85
90	0.0088	421.3	1.6825	0.0079	418.7	1.6706	0.0070	415.9	1.6588	0.0063	412.9	1.6469	90
95	0.0091	427.2	1.6986	0.0081	424.8	1.6873	0.0073	422.2	1.6762	0.0066	419.5	1.6650	95
100	0.0094	433.0	1.7143	0.0084	430.7	1.7035	0.0076	428.4	1.6929	0.0069	425.9	1.6823	100
105	0.0096	438.8	1.7296	0.0087	436.7	1.7192	0.0079	434.5	1.7090	0.0072	432.2	1.6990	105
110	0.0099	444.5	1.7447	0.0089	442.5	1.7346	0.0081	440.4	1.7248	0.0074	438.3	1.7152	110
115	0.0101	450.2	1.7594	0.0092	448.3	1.7496	0.0083	446.4	1.7401	0.0076	444.4	1.7309	115
120	0.0104	455.8	1.7739	0.0094	454.1	1.7644	0.0086	452.2	1.7552	0.0079	450.4	1.7462	120
125	0.0106	461.5	1.7882	0.0096	459.8	1.7789	0.0088	458.1	1.7699	0.0081	456.3	1.7612	125
130	0.0109	467.1	1.8023	0.0099	465.5	1.7932	0.0090	463.9	1.7844	0.0083	462.2	1.7760	130
135	0.0111	472.8	1.8162	0.0101	471.2	1.8072	0.0092	469.7	1.7987	0.0085	468.1	1.7904	135
140	0.0113	478.4	1.8299	0.0103	476.9	1.8211	0.0094	475.4	1.8127	0.0087	473.9	1.8047	140
145	0.0115	484.0	1.8435	0.0105	482.6	1.8348	0.0096	481.2	1.8266	0.0089	479.8	1.8187	145
150	0.0118	489.7	1.8569	0.0107	488.3	1.8484	0.0098	487.0	1.8403	0.0091	485.6	1.8325	150
155	0.0120	495.3	1.8701	0.0109	494.0	1.8618	0.0100	492.7	1.8538	0.0093	491.4	1.8462	155
160	0.0122	501.0	1.8833	0.0111	499.7	1.8750	0.0102	498.5	1.8672	0.0094	497.2	1.8597	160
165	0.0124	506.7	1.8963	0.0113	505.5	1.8881	0.0104	504.2	1.8804	0.0096	503.0	1.8730	165
170	0.0126	512.3	1.9092	0.0115	511.2	1.9011	0.0106	510.0	1.8935	0.0098	508.8	1.8862	170
175	0.0128	518.0	1.9219	0.0117	516.9	1.9140	0.0108	515.8	1.9064	0.0100	514.6	1.8993	175
180	0.0130	523.7	1.9346	0.0119	522.7	1.9267	0.0110	521.6	1.9193	0.0102	520.5	1.9122	180
185	0.0132	529.5	1.9472	0.0121	528.4	1.9394	0.0112	527.4	1.9320	0.0103	526.3	1.9250	185
190	0.0134	535.2	1.9597	0.0123	534.2	1.9519	0.0113	533.2	1.9446	0.0105	532.2	1.9377	190
195	0.0136	541.0	1.9720	0.0125	540.0	1.9644	0.0115	539.0	1.9571	0.0107	538.0	1.9503	195
200	0.0138	546.8	1.9843	0.0127	545.8	1.9767	0.0117	544.9	1.9696	0.0108	543.9	1.9628	200
205	0.0140	552.6	1.9965	0.0129	551.6	1.9890	0.0119	550.7	1.9819	0.0110	549.8	1.9752	205
210	0.0142	558.4	2.0086										210

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	3200			3400									TEMP. °C
	(70.84°C)			(73.59°C)			()			()			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0039)	(373.7)	(1.5326)	(0.0034)	(370.5)	(1.5214)	()	()	()	()	()	()	
75	0.0045	384.5	1.5639	0.0037	376.1	1.5373							75
80	0.0050	394.0	1.5911	0.0043	388.6	1.5731							80
85	0.0054	402.2	1.6140	0.0048	397.9	1.5994							85
90	0.0057	409.6	1.6346	0.0051	406.0	1.6218							90
95	0.0060	416.6	1.6537	0.0054	413.5	1.6422							95
100	0.0063	423.3	1.6718	0.0057	420.5	1.6612							100
105	0.0065	429.8	1.6891	0.0060	427.3	1.6791							105
110	0.0068	436.1	1.7057	0.0062	433.8	1.6963							110
115	0.0070	442.3	1.7218	0.0064	440.2	1.7128							115
120	0.0072	448.4	1.7375	0.0067	446.4	1.7289							120
125	0.0074	454.5	1.7528	0.0069	452.6	1.7445							125
130	0.0076	460.5	1.7678	0.0071	458.7	1.7597							130
135	0.0078	466.4	1.7824	0.0073	464.8	1.7747							135
140	0.0080	472.4	1.7969	0.0074	470.8	1.7893							140
145	0.0082	478.3	1.8111	0.0076	476.8	1.8037							145
150	0.0084	484.2	1.8251	0.0078	482.7	1.8179							150
155	0.0086	490.0	1.8389	0.0080	488.7	1.8318							155
160	0.0088	495.9	1.8525	0.0082	494.6	1.8456							160
165	0.0089	501.8	1.8659	0.0083	500.5	1.8591							165
170	0.0091	507.6	1.8792	0.0085	506.4	1.8726							170
175	0.0093	513.5	1.8924	0.0087	512.3	1.8858							175
180	0.0094	519.4	1.9054	0.0088	518.2	1.8989							180
185	0.0096	525.2	1.9183	0.0090	524.2	1.9119							185
190	0.0098	531.1	1.9311	0.0091	530.1	1.9248							190
195	0.0099	537.0	1.9438	0.0093	536.0	1.9375							195
200	0.0101	542.9	1.9563	0.0094	541.9	1.9501							200
205	0.0103	548.8	1.9688	0.0096	547.9	1.9626							205





The MSDS format adheres to the standards and regulatory requirements of the United States and may not meet regulatory requirements in other countries.

DuPont
Material Safety Data Sheet

Page 1

DuPont(TM) ISCEON(R) MO29
6209FR Revised 14-OCT-2006

CHEMICAL PRODUCT/COMPANY IDENTIFICATION

Material Identification

Molecular Weight : 110

Tradenames and Synonyms

ISCEON(R)
R-422D
422D

Company Identification

MANUFACTURER/DISTRIBUTOR
DuPont Fluoroproducts
1007 Market Street
Wilmington, DE 19898

PHONE NUMBERS

Product Information : 1-800-441-7515 (outside the U.S.
302-774-1000)
Transport Emergency : CHEMTREC 1-800-424-9300(outside U.S.
703-527-3887)
Medical Emergency : 1-800-441-3637 (outside the U.S.
302-774-1000)

COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Components

Material	CAS Number	%
1,1,1,2-Tetrafluoroethane	811-97-2	31.5
Pentafluoroethane	354-33-6	65.1
Isobutane	75-28-5	3.4

HAZARDS IDENTIFICATION

Potential Health Effects

Gross overexposure by inhalation may cause central nervous system depression with dizziness, confusion, incoordination, drowsiness or unconsciousness; irregular heart beat with a strange sensation in the chest, "heart thumping", apprehension, lightheadedness, feeling of fainting, dizziness, weakness, sometimes progressing to loss of consciousness and death; and suffocation, if air is displaced by vapors.

(HAZARDS IDENTIFICATION - Continued)

Skin contact with liquid or escaping vapor may cause frostbite. Significant skin permeation, and systemic toxicity, after contact appears unlikely. There are no reports of human sensitization.

"Frostbite-like" effects may occur if liquid or escaping vapors contact the eyes.

Increased susceptibility to the effects of overexposure to this product may be observed in persons with pre-existing disease of the central nervous system or cardiovascular system.

Carcinogenicity Information

None of the components present in this material at concentrations equal to or greater than 0.1% are listed by IARC, NTP, OSHA or ACGIH as a carcinogen.

FIRST AID MEASURES

First Aid

INHALATION

If inhaled, immediately remove to fresh air. Keep person calm. If not breathing, give artificial respiration. If breathing is difficult, give oxygen. Call a physician.

SKIN CONTACT

Flush area with lukewarm water. Do not use hot water. If frostbite has occurred, call a physician.

EYE CONTACT

In case of contact, immediately flush eyes with plenty of water for at least 15 minutes. Call a physician.

INGESTION

Ingestion is not considered a potential route of exposure.

Notes to Physicians

Because of possible disturbances of cardiac rhythm, catecholamine drugs, such as epinephrine, should only be used with special caution in situations of emergency life support.

FIRE FIGHTING MEASURES

Flammable Properties

Flash Point,: ,No Flash point

Flammable Limits in Air, % by Volume:

LEL ,: ,None per ASTM E681-98

UEL, : ,None per ASTM E681-98

Autoignition,: ,Not determined

Fire and Explosion Hazards:

Cylinders may rupture under fire conditions. Decomposition may occur.

Contact of welding or soldering torch flame with high concentrations of refrigerant can result in visible changes in the size and color of torch flames. This flame effect will only occur in concentrations of product well above the recommended exposure limit, therefore stop all work and ventilate to disperse refrigerant vapors from the work area before using any open flames.

This product is not flammable in air at temperatures up to 100 deg. C (212 deg. F) at atmospheric pressure. However, mixtures of this product with high concentrations of air at elevated pressure and/or temperature can become combustible in the presence of an ignition source. This product can also become combustible in an oxygen enriched environment (oxygen concentrations greater than that in air). Whether a mixture containing this product and air, or this product in an oxygen enriched atmosphere becomes combustible depends on the inter-relationship of 1) the temperature 2) the pressure, and 3) the proportion of oxygen in the mixture. In general, this product should not be allowed to exist with air above atmospheric pressure or at high temperatures, or in an oxygen-enriched environment. For example: This product should NOT be mixed with air under pressure for leak testing or other purposes.

Experimental data have also been reported which indicate combustibility of HFC-134a, a component in this blend, in the presence of chlorine.

Extinguishing Media

Use media appropriate for surrounding material.

Fire Fighting Instructions

Cool cylinders with water spray or fog. Self-contained breathing apparatus (SCBA) is required if cylinders rupture and contents are released under fire conditions. Water runoff should be contained and neutralized prior to release.

ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Safeguards (Personnel)

NOTE: Review FIRE FIGHTING MEASURES and HANDLING (PERSONNEL) sections before proceeding with clean-up. Use appropriate PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT during clean-up.

Initial Containment

Prevent material from entering sewers, waterways, or low areas.

Spill Clean Up

Recover free liquid for reuse or reclamation.

Accidental Release Measures

Ventilate area using forced ventilation, especially in low or enclosed places where heavy vapors might collect. Remove open flames. Use self-contained breathing apparatus (SCBA) for large spills or releases.

HANDLING AND STORAGE

Handling (Personnel)

Avoid breathing vapor. Avoid liquid contact with eyes and skin. Use with sufficient ventilation to keep employee exposure below recommended limits. Contact with chlorine or other strong oxidizing agents should also be avoided. See Fire and Explosion Data section.

Handling (Physical Aspects)

Keep container tightly closed.

Storage

Store in a cool, dry place.

Store below 52 C (125 F).

EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

Engineering Controls

Avoid breathing vapors. Avoid contact with skin or eyes. Use with sufficient ventilation to keep employee exposure below the recommended exposure limit. Local exhaust should be used if large amounts are released. Mechanical ventilation should be used in low or enclosed places.

(EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION - Continued)

Refrigerant concentration monitors may be necessary to determine vapor concentrations in work areas prior to use of torches or other open flames, or if employees are entering enclosed areas.

Personal Protective Equipment

Impervious gloves should be used to avoid prolonged or repeated exposure. Chemical splash goggles should be available for use as needed to prevent eye contact. Under normal manufacturing conditions, no respiratory protection is required when using this product. Self-contained breathing apparatus (SCBA) is required if a large release occurs.

Exposure Guidelines

Applicable Exposure Limits

1,1,1,2-Tetrafluoroethane

PEL (OSHA)	: None Established
TLV (ACGIH)	: None Established
AEL * (DuPont)	: 1000 ppm, 8 & 12 Hr. TWA
WEEL (AIHA)	: 1000 ppm, 8 Hr. TWA

Pentafluoroethane

PEL (OSHA)	: None Established
TLV (ACGIH)	: None Established
AEL * (DuPont)	: 1000 ppm, 8 & 12 Hr. TWA
WEEL (AIHA)	: 1000 ppm, 4900 mg/m ³ , 8 Hr. TWA

Isobutane

TLV (ACGIH)	: 1000 ppm, 8 Hr. TWA
-------------	-----------------------

* AEL is DuPont's Acceptable Exposure Limit. Where governmentally imposed occupational exposure limits which are lower than the AEL are in effect, such limits shall take precedence.

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Physical Data

Boiling Point:	-46 F (-43 C) @ atmospheric pressure
Vapor Pressure:	164 psia @ 77 F (25 C)
Vapor Density:	3.9 (Air = 1) @ 77 F (25 C)
% Volatile:	100%
Solubility in Water:	<0.5 wt% @ 77 F (25 C)
pH:	Neutral
Odor:	Slight Ether-like
Form:	Liquified Gas
Color:	Colorless
Specific Gravity:	1.15 @ 77 F (25 C)
Density:	Liquid = 71.4 lb/cu ft @ 77 F (25 C)

STABILITY AND REACTIVITY

Chemical Stability

Stable.

Incompatibility with Other Materials

Incompatible with alkali or alkaline earth metals - powdered Al, Zn, Be, etc.

Decomposition

Decomposition products are hazardous. This material can be decomposed by high temperatures (open flames, glowing metal surfaces, etc.) forming hydrofluoric acid and possibly carbonyl fluoride.

These materials are toxic and irritating. Contact should be avoided.

Polymerization

Polymerization will not occur.

TOXICOLOGICAL INFORMATION

Animal Data

1,1,1,2-Tetrafluoroethane (HFC-134a):

Inhalation 4 hour AL_C: 567,000 ppm in rats

A short duration spray of HFC-134a vapor produced very slight eye irritation. Animal testing indicates HFC-134a is a slight skin irritant, but not a skin sensitizer.

Single inhalation exposures caused lethargy, narcosis, increased respiratory difficulties, incoordination, tremors, lack of response to sound and salivation; following the cessation of treatment most animals returned to normal. Death occurred at very high concentrations (> 500,000 ppm) in some animals. Single exposure to near lethal doses caused pulmonary edema. Repeated exposure caused increased weight of the adrenals, liver and spleen, and decreased uterine and prostate weight. Repeated dosing of higher concentrations caused temporary tremors and incoordination. In other repeated exposure studies with rats exposed to concentrations of 49,500 ppm, and mice exposed up to 300,000 ppm, no significant differences were seen between exposed and control animals; in a different study mice exposed to concentrations up to 350,000 ppm there were mortalities, tremors and incoordination in the 350,000 ppm group. Head shaking and salivation occurred in dogs exposed to 150,000

(TOXICOLOGICAL INFORMATION - Continued)

ppm for 7 days; other parameters such as hematology, clinical chemical, body weight, and food consumption were unaffected. Testicular hormonal levels were affected in male rats and pituitary hormone changes occurred in female rats in a 2-week inhalation study but there were no other treatment-related changes. In a long-term inhalation study in rats and mice no treatment-related effects were seen. No signs of neurological disturbances were seen in an inhalation study to assess neurotoxicity in rats.

Cardiac sensitization, a potentially fatal disturbance of heart rhythm associated with a heightened sensitivity to the action of epinephrine, occurred in dogs at concentrations of 75,000 ppm and higher.

In a two-year inhalation study, HFC-134a, at a concentration of 50,000 ppm, produced an increase in late-occurring benign testicular tumors, testicular hyperplasia and testicular weight. The no-effect-level for this study was 10,000 ppm. Animal data show slight fetotoxicity but only at exposure levels producing other toxic effects in the adult animal. Reproductive data on male mice and male or female rats show no change in reproductive performance. Tests have shown that HFC-134a does not cause genetic damage in bacterial or mammalian cell cultures, or in animals. In animal testing testing, HFC-134a has not caused permanent genetic damage in reproductive cells of mammals (has not produced heritable genetic damage).

Pentafluoroethane:

Inhalation 4 hour, ALC, rat: > 709,000 ppm

This material has not been tested for eye irritation.

This material has not been tested for skin irritation or sensitization.

Single exposure to high doses by inhalation caused: Lethargy. Labored breathing. Weak cardiac sensitization, a potentially fatal disturbance of heart rhythm caused by a heightened sensitivity to the action of epinephrine. Lowest-Observed-Adverse-Effect-Level for cardiac sensitization: 100,000 ppm. Repeated exposure caused: No significant toxicological effects. No-Observed-Adverse-Effect-Level (NOAEL): 50,000 ppm

No animal data are available to define the following effects of this material: carcinogenicity, reproductive toxicity. In animal testing this material has not caused developmental toxicity. Tests have shown that this material does not cause genetic damage in bacterial or mammalian cell cultures, or in animals. This material has not been tested for its ability to cause permanent genetic damage in reproductive

(TOXICOLOGICAL INFORMATION - Continued)

cells of mammals (not tested for heritable genetic damage).

Isobutane:

Inhalation 15 minute LC50: 570,000 ppm in rats

The compound is untested for skin or eye irritancy, and for animal sensitization.

Exposure to large amounts by inhalation caused central nervous system depression and anesthesia, constriction of upper airways and depression of the heart with lowered blood pressure.

No animal test reports are available to define carcinogenic, developmental, or reproductive hazards.

This material does not produce genetic damage in bacterial cell cultures but has not been tested in animals.

ECOLOGICAL INFORMATION

Ecotoxicological Information

Aquatic Toxicity:

1,1,1,2-Tetrafluoroethane:

48 hour LC50 - daphnia magna: 980 mg/L

96 hour LC50 - rainbow trout: 450 mg/L

DISPOSAL CONSIDERATIONS

Waste Disposal

Treatment, storage, transportation, and disposal must be in accordance with applicable Federal, State/Provincial, and Local regulations.

TRANSPORTATION INFORMATION

Shipping Information

DOT/IMO

Proper Shipping Name : Refrigerant Gas, N.O.S.
(1,1,1,2-Tetrafluoroethane and
Pentafluoroethane)

Hazard Class : 2.2

UN No. : 1078 (ISCEON(r) MO29, R-422D)

Reportable quantity : No

Marine Pollutant : No

(TRANSPORTATION INFORMATION - Continued)

DOT/IMO Label : Nonflammable Gas

REGULATORY INFORMATION

U.S. Federal Regulations

TSCA Inventory Status : Listed.

TITLE III HAZARD CLASSIFICATIONS SECTIONS 311, 312

Acute : Yes
Chronic : Yes
Fire : No
Reactivity : No
Pressure : Yes

OTHER INFORMATION

NFPA, NPCA-HMIS

NPCA-HMIS Rating
Health : 1
Flammability : 0
Reactivity : 1

Personal Protection rating to be supplied by user depending on use conditions.

The data in this Material Safety Data Sheet relates only to the specific material designated herein and does not relate to use in combination with any other material or in any process.

Responsibility for MSDS : MSDS Coordinator
> : DuPont Fluoroproducts
Address : Wilmington, DE 19898
Telephone : (800) 441-7515

Indicates updated section.

This information is based upon technical information believed to be reliable. It is subject to revision as additional knowledge and experience is gained.

End of MSDS



DuPont™ ISCEON® 9 Series

REFRIGERANTS

Technical Information

Thermodynamic Properties of DuPont™ ISCEON® M079 (R-422A) SI Units



The miracles of science™

Thermodynamic Properties of DuPont™ ISCEON® MO79 (R-422A) Refrigerant (R-125/R-134a/R-600a – 85.1/11.5/3.4% by weight)

SI Units

Tables of the thermodynamic properties of ISCEON® MO79 (R-422A) have been developed and are presented here. This information is based on values calculated using the NIST REFPROP Database (McLinden, M.O., Klein, S.A., Lemmon, E.W., and Peskin, A.P., NIST Standard Reference Database 23, NIST thermodynamic and transport properties of refrigerants and refrigerant mixtures – REFPROP version 7.0, Standard Reference Data Program, National Institute of Standards and Technology, 2005).

Units

P = Pressure in kPa. Absolute

T = Temperature in Celsius

V_f = Fluid (liquid) specific volume in cubic meters per kilogram

V_g = Vapour (gas) specific volume in cubic meters per kilogram

d_f = Density of saturated vapour in kilograms per cubic meter

d_g = Density of saturated liquid in kilograms per cubic meter

h = Enthalpy (kJ/kg)

s = Entropy (kJ/kg·K)

Reference points for Enthalpy and Entropy:

h_f = 200 kJ/kg at 0°C

s_f = 1 kJ/kg·K at 0°C

Physical Properties

Chemical Formula	CHF ₂ CF ₃ /CH ₂ FCF ₃ /(CH ₃) ₃ CH (85.1/11.5/3.4% by weight)
Molecular mass	113.6
Boiling Point At one atmosphere	–46.5°C
Critical Temperature	71.75°C
Critical Pressure	3747 kPa
Critical Density	538.5 kg/m ³
Critical Volume	0.0019 m ³ /kg

Table 1
DuPont™ ISCEON® MO79 (R-422A) Saturation Properties—Temperature Table

TEMP. °C	PRESSURE (kPa)		VOLUME (m³/kg)		DENSITY (kg/m³)		ENTHALPY (kJ/kg)			ENTROPY (kJ/K·kg)		TEMP. °C
	LIQUID	VAPOUR	LIQUID v_f	VAPOUR v_g	LIQUID d_f	VAPOUR d_g	LIQUID h_f	LATENT h_{fg}	VAPOUR h_g	LIQUID s_f	VAPOUR s_g	
−105	1.8	1.2	0.0006	10.3200	1608.6	0.097	76.9	206.5	283.4	0.4370	1.6867	−105
−104	2.0	1.3	0.0006	9.3283	1605.5	0.107	78.0	206.0	284.0	0.4435	1.6823	−104
−103	2.2	1.5	0.0006	8.4449	1602.4	0.118	79.1	205.4	284.6	0.4500	1.6780	−103
−102	2.4	1.6	0.0006	7.6570	1599.3	0.131	80.2	204.9	285.1	0.4565	1.6738	−102
−101	2.7	1.8	0.0006	6.9531	1596.2	0.144	81.3	204.4	285.7	0.4629	1.6697	−101
−100	2.9	2.0	0.0006	6.3233	1593.1	0.158	82.4	203.9	286.3	0.4692	1.6657	−100
−99	3.2	2.2	0.0006	5.7589	1590.0	0.174	83.5	203.3	286.9	0.4756	1.6618	−99
−98	3.5	2.4	0.0006	5.2522	1587.0	0.190	84.6	202.8	287.5	0.4819	1.6580	−98
−97	3.8	2.7	0.0006	4.7968	1583.9	0.208	85.7	202.3	288.0	0.4882	1.6543	−97
−96	4.2	2.9	0.0006	4.3868	1580.8	0.228	86.8	201.8	288.6	0.4944	1.6507	−96
−95	4.5	3.2	0.0006	4.0171	1577.7	0.249	87.9	201.3	289.2	0.5006	1.6472	−95
−94	4.9	3.5	0.0006	3.6834	1574.6	0.271	89.0	200.8	289.8	0.5068	1.6438	−94
−93	5.3	3.9	0.0006	3.3817	1571.6	0.296	90.1	200.2	290.4	0.5129	1.6404	−93
−92	5.8	4.2	0.0006	3.1086	1568.5	0.322	91.2	199.7	291.0	0.5190	1.6372	−92
−91	6.3	4.6	0.0006	2.8610	1565.4	0.350	92.3	199.2	291.6	0.5251	1.6340	−91
−90	6.8	5.1	0.0006	2.6363	1562.3	0.379	93.5	198.7	292.2	0.5312	1.6309	−90
−89	7.4	5.5	0.0006	2.4320	1559.2	0.411	94.6	198.2	292.7	0.5372	1.6279	−89
−88	8.0	6.0	0.0006	2.2462	1556.2	0.445	95.7	197.7	293.3	0.5432	1.6249	−88
−87	8.6	6.5	0.0006	2.0768	1553.1	0.482	96.8	197.2	293.9	0.5492	1.6220	−87
−86	9.3	7.1	0.0006	1.9224	1550.0	0.520	97.9	196.6	294.5	0.5551	1.6193	−86
−85	10.0	7.7	0.0006	1.7813	1546.9	0.561	99.0	196.1	295.1	0.5610	1.6165	−85
−84	10.8	8.3	0.0006	1.6523	1543.8	0.605	100.1	195.6	295.7	0.5669	1.6139	−84
−83	11.6	9.0	0.0006	1.5342	1540.7	0.652	101.2	195.1	296.3	0.5728	1.6113	−83
−82	12.5	9.7	0.0007	1.4260	1537.6	0.701	102.3	194.6	296.9	0.5786	1.6088	−82
−81	13.4	10.5	0.0007	1.3268	1534.5	0.754	103.5	194.1	297.5	0.5844	1.6063	−81
−80	14.4	11.3	0.0007	1.2356	1531.4	0.809	104.6	193.5	298.1	0.5902	1.6039	−80
−79	15.5	12.2	0.0007	1.1518	1528.3	0.868	105.7	193.0	298.7	0.5960	1.6016	−79
−78	16.6	13.2	0.0007	1.0747	1525.2	0.930	106.8	192.5	299.3	0.6017	1.5993	−78
−77	17.7	14.2	0.0007	1.0037	1522.1	0.996	107.9	192.0	299.9	0.6074	1.5971	−77
−76	19.0	15.2	0.0007	0.9382	1519.0	1.066	109.0	191.5	300.5	0.6131	1.5950	−76
−75	20.3	16.3	0.0007	0.8777	1515.9	1.139	110.2	191.0	301.1	0.6188	1.5929	−75
−74	21.6	17.5	0.0007	0.8218	1512.8	1.217	111.3	190.4	301.7	0.6245	1.5908	−74
−73	23.1	18.8	0.0007	0.7702	1509.6	1.298	112.4	189.9	302.3	0.6301	1.5889	−73
−72	24.6	20.1	0.0007	0.7223	1506.5	1.384	113.5	189.4	302.9	0.6357	1.5869	−72
−71	26.2	21.5	0.0007	0.6780	1503.4	1.475	114.7	188.9	303.5	0.6413	1.5850	−71
−70	27.9	23.0	0.0007	0.6369	1500.2	1.570	115.8	188.4	304.1	0.6468	1.5832	−70
−69	29.7	24.6	0.0007	0.5988	1497.1	1.670	116.9	187.8	304.8	0.6524	1.5814	−69
−68	31.6	26.2	0.0007	0.5634	1493.9	1.775	118.1	187.3	305.4	0.6579	1.5797	−68
−67	33.6	28.0	0.0007	0.5304	1490.8	1.885	119.2	186.8	306.0	0.6634	1.5780	−67
−66	35.6	29.8	0.0007	0.4998	1487.6	2.001	120.3	186.3	306.6	0.6689	1.5764	−66
−65	37.8	31.7	0.0007	0.4713	1484.4	2.122	121.5	185.7	307.2	0.6744	1.5748	−65
−64	40.1	33.8	0.0007	0.4447	1481.2	2.249	122.6	185.2	307.8	0.6798	1.5733	−64
−63	42.5	35.9	0.0007	0.4199	1478.1	2.382	123.7	184.7	308.4	0.6852	1.5717	−63
−62	45.0	38.1	0.0007	0.3967	1474.9	2.521	124.9	184.1	309.0	0.6906	1.5703	−62
−61	47.6	40.5	0.0007	0.3751	1471.7	2.666	126.0	183.6	309.6	0.6960	1.5689	−61
−60	50.3	42.9	0.0007	0.3549	1468.4	2.818	127.2	183.0	310.2	0.7014	1.5675	−60
−59	53.2	45.5	0.0007	0.3360	1465.2	2.977	128.3	182.5	310.8	0.7068	1.5661	−59
−58	56.2	48.2	0.0007	0.3183	1462.0	3.142	129.5	182.0	311.4	0.7121	1.5648	−58
−57	59.3	51.1	0.0007	0.3017	1458.8	3.315	130.6	181.4	312.0	0.7174	1.5636	−57
−56	62.6	54.0	0.0007	0.2861	1455.5	3.495	131.8	180.9	312.6	0.7227	1.5624	−56
−55	66.0	57.1	0.0007	0.2715	1452.3	3.683	132.9	180.3	313.2	0.7280	1.5612	−55
−54	69.6	60.4	0.0007	0.2578	1449.0	3.879	134.1	179.8	313.8	0.7333	1.5600	−54
−53	73.3	63.8	0.0007	0.2450	1445.8	4.083	135.2	179.2	314.4	0.7385	1.5589	−53
−52	77.1	67.3	0.0007	0.2329	1442.5	4.295	136.4	178.7	315.0	0.7438	1.5578	−52
−51	81.1	71.0	0.0007	0.2215	1439.2	4.515	137.5	178.1	315.7	0.7490	1.5567	−51
−50	85.3	74.8	0.0007	0.2108	1435.9	4.745	138.7	177.5	316.3	0.7542	1.5557	−50
−49	89.7	78.8	0.0007	0.2007	1432.6	4.983	139.9	177.0	316.9	0.7594	1.5547	−49
−48	94.2	83.0	0.0007	0.1912	1429.3	5.231	141.0	176.4	317.5	0.7646	1.5538	−48
−47	98.9	87.4	0.0007	0.1822	1425.9	5.488	142.2	175.9	318.1	0.7698	1.5528	−47
−46	103.8	91.9	0.0007	0.1738	1422.6	5.755	143.4	175.3	318.7	0.7749	1.5519	−46

Table 1 *(continued)*
DuPont™ ISCEON® MO79 (R-422A) Saturation Properties—Temperature Table

TEMP. °C	PRESSURE (kPa)		VOLUME (m³/kg)		DENSITY (kg/m³)		ENTHALPY (kJ/kg)			ENTROPY (kJ/K·kg)		TEMP. °C
	LIQUID	VAPOUR	LIQUID v_f	VAPOUR v_g	LIQUID d_f	VAPOUR d_g	LIQUID h_f	LATENT h_{fg}	VAPOUR h_g	LIQUID s_f	VAPOUR s_g	
–45	108.8	96.6	0.0007	0.1658	1419.3	6.032	144.6	174.7	319.3	0.7801	1.5511	–45
–44	114.1	101.5	0.0007	0.1582	1415.9	6.320	145.7	174.1	319.9	0.7852	1.5502	–44
–43	119.6	106.6	0.0007	0.1511	1412.5	6.618	146.9	173.5	320.5	0.7903	1.5494	–43
–42	125.2	111.9	0.0007	0.1444	1409.2	6.927	148.1	173.0	321.1	0.7954	1.5486	–42
–41	131.1	117.3	0.0007	0.1380	1405.8	7.247	149.3	172.4	321.7	0.8005	1.5478	–41
–40	137.2	123.0	0.0007	0.1320	1402.4	7.579	150.5	171.8	322.2	0.8055	1.5471	–40
–39	143.5	128.9	0.0007	0.1262	1398.9	7.922	151.6	171.2	322.8	0.8106	1.5464	–39
–38	150.0	135.1	0.0007	0.1208	1395.5	8.277	152.8	170.6	323.4	0.8156	1.5457	–38
–37	156.8	141.4	0.0007	0.1157	1392.1	8.645	154.0	170.0	324.0	0.8207	1.5450	–37
–36	163.8	148.0	0.0007	0.1108	1388.6	9.025	155.2	169.4	324.6	0.8257	1.5444	–36
–35	171.0	154.8	0.0007	0.1062	1385.1	9.418	156.4	168.8	325.2	0.8307	1.5437	–35
–34	178.5	161.8	0.0007	0.1018	1381.7	9.825	157.6	168.2	325.8	0.8357	1.5431	–34
–33	186.2	169.1	0.0007	0.0976	1378.2	10.245	158.8	167.6	326.4	0.8407	1.5425	–33
–32	194.2	176.7	0.0007	0.0936	1374.6	10.679	160.0	167.0	327.0	0.8457	1.5420	–32
–31	202.4	184.5	0.0007	0.0899	1371.1	11.127	161.2	166.3	327.6	0.8506	1.5414	–31
–30	210.9	192.6	0.0007	0.0863	1367.6	11.590	162.4	165.7	328.1	0.8556	1.5409	–30
–29	219.7	200.9	0.0007	0.0829	1364.0	12.068	163.6	165.1	328.7	0.8605	1.5404	–29
–28	228.8	209.5	0.0007	0.0796	1360.5	12.561	164.8	164.5	329.3	0.8654	1.5399	–28
–27	238.1	218.4	0.0007	0.0765	1356.9	13.070	166.1	163.8	329.9	0.8704	1.5395	–27
–26	247.8	227.6	0.0007	0.0736	1353.3	13.594	167.3	163.2	330.5	0.8753	1.5390	–26
–25	257.7	237.0	0.0007	0.0707	1349.6	14.135	168.5	162.5	331.0	0.8802	1.5386	–25
–24	267.9	246.8	0.0007	0.0681	1346.0	14.693	169.7	161.9	331.6	0.8851	1.5382	–24
–23	278.5	256.9	0.0007	0.0655	1342.4	15.269	170.9	161.2	332.2	0.8899	1.5377	–23
–22	289.3	267.3	0.0007	0.0630	1338.7	15.861	172.2	160.6	332.7	0.8948	1.5374	–22
–21	300.5	278.0	0.0007	0.0607	1335.0	16.472	173.4	159.9	333.3	0.8997	1.5370	–21
–20	312.0	289.0	0.0008	0.0585	1331.3	17.101	174.6	159.2	333.9	0.9045	1.5366	–20
–19	323.8	300.4	0.0008	0.0563	1327.6	17.749	175.9	158.6	334.4	0.9094	1.5363	–19
–18	336.0	312.0	0.0008	0.0543	1323.8	18.416	177.1	157.9	335.0	0.9142	1.5360	–18
–17	348.5	324.1	0.0008	0.0523	1320.0	19.103	178.4	157.2	335.6	0.9190	1.5356	–17
–16	361.4	336.5	0.0008	0.0505	1316.3	19.810	179.6	156.5	336.1	0.9239	1.5353	–16
–15	374.6	349.2	0.0008	0.0487	1312.4	20.538	180.9	155.8	336.7	0.9287	1.5350	–15
–14	388.2	362.3	0.0008	0.0470	1308.6	21.287	182.1	155.1	337.2	0.9335	1.5348	–14
–13	402.2	375.8	0.0008	0.0453	1304.8	22.057	183.4	154.4	337.8	0.9383	1.5345	–13
–12	416.5	389.6	0.0008	0.0438	1300.9	22.850	184.6	153.7	338.3	0.9430	1.5342	–12
–11	431.3	403.8	0.0008	0.0423	1297.0	23.666	185.9	153.0	338.9	0.9478	1.5340	–11
–10	446.4	418.4	0.0008	0.0408	1293.1	24.504	187.2	152.3	339.4	0.9526	1.5337	–10
–9	461.9	433.5	0.0008	0.0394	1289.1	25.367	188.4	151.5	340.0	0.9574	1.5335	–9
–8	477.8	448.9	0.0008	0.0381	1285.2	26.254	189.7	150.8	340.5	0.9621	1.5333	–8
–7	494.1	464.7	0.0008	0.0368	1281.2	27.165	191.0	150.1	341.0	0.9669	1.5331	–7
–6	510.9	480.9	0.0008	0.0356	1277.2	28.103	192.3	149.3	341.6	0.9716	1.5329	–6
–5	528.1	497.6	0.0008	0.0344	1273.1	29.066	193.5	148.6	342.1	0.9764	1.5327	–5
–4	545.7	514.7	0.0008	0.0333	1269.1	30.056	194.8	147.8	342.6	0.9811	1.5325	–4
–3	563.7	532.2	0.0008	0.0322	1265.0	31.074	196.1	147.0	343.2	0.9858	1.5323	–3
–2	582.2	550.2	0.0008	0.0311	1260.9	32.120	197.4	146.3	343.7	0.9906	1.5321	–2
–1	601.1	568.6	0.0008	0.0301	1256.7	33.195	198.7	145.5	344.2	0.9953	1.5319	–1
0	620.5	587.5	0.0008	0.0292	1252.5	34.299	200.0	144.7	344.7	1.0000	1.5318	0
1	640.3	606.8	0.0008	0.0282	1248.3	35.434	201.3	143.9	345.2	1.0047	1.5316	1
2	660.7	626.6	0.0008	0.0273	1244.1	36.600	202.6	143.1	345.7	1.0094	1.5314	2
3	681.5	646.9	0.0008	0.0265	1239.8	37.798	203.9	142.3	346.2	1.0141	1.5313	3
4	702.8	667.7	0.0008	0.0256	1235.5	39.028	205.3	141.5	346.7	1.0188	1.5311	4
5	724.6	689.0	0.0008	0.0248	1231.2	40.293	206.6	140.6	347.2	1.0235	1.5310	5
6	746.8	710.8	0.0008	0.0240	1226.8	41.592	207.9	139.8	347.7	1.0282	1.5308	6
7	769.6	733.1	0.0008	0.0233	1222.4	42.926	209.2	139.0	348.2	1.0329	1.5307	7
8	793.0	755.9	0.0008	0.0226	1217.9	44.297	210.6	138.1	348.7	1.0376	1.5305	8
9	816.8	779.2	0.0008	0.0219	1213.4	45.705	211.9	137.2	349.1	1.0423	1.5303	9
10	841.2	803.1	0.0008	0.0212	1208.9	47.152	213.2	136.4	349.6	1.0470	1.5302	10
11	866.1	827.5	0.0008	0.0206	1204.4	48.639	214.6	135.5	350.1	1.0516	1.5300	11
12	891.5	852.5	0.0008	0.0199	1199.8	50.166	216.0	134.6	350.5	1.0563	1.5299	12
13	917.5	878.0	0.0008	0.0193	1195.1	51.735	217.3	133.7	351.0	1.0610	1.5297	13
14	944.1	904.1	0.0008	0.0187	1190.4	53.348	218.7	132.8	351.4	1.0657	1.5295	14

Table 1 *(continued)*
DuPont™ ISCEON® MO79 (R-422A) Saturation Properties—Temperature Table

TEMP. °C	PRESSURE (kPa)		VOLUME (m³/kg)		DENSITY (kg/m³)		ENTHALPY (kJ/kg)			ENTROPY (kJ/K·kg)		TEMP. °C
	LIQUID	VAPOUR	LIQUID v_f	VAPOUR v_g	LIQUID d_f	VAPOUR d_g	LIQUID h_f	LATENT h_{fg}	VAPOUR h_g	LIQUID s_f	VAPOUR s_g	
15	971.2	930.8	0.0008	0.0182	1185.7	55.005	220.0	131.8	351.9	1.0704	1.5294	15
16	998.9	958.0	0.0008	0.0176	1180.9	56.707	221.4	130.9	352.3	1.0750	1.5292	16
17	1027.2	985.9	0.0009	0.0171	1176.1	58.457	222.8	130.0	352.7	1.0797	1.5290	17
18	1056.1	1014.3	0.0009	0.0166	1171.2	60.256	224.2	129.0	353.2	1.0844	1.5288	18
19	1085.6	1043.3	0.0009	0.0161	1166.3	62.105	225.6	128.0	353.6	1.0891	1.5286	19
20	1115.7	1073.0	0.0009	0.0156	1161.3	64.005	227.0	127.0	354.0	1.0938	1.5284	20
21	1146.4	1103.3	0.0009	0.0152	1156.3	65.959	228.4	126.0	354.4	1.0985	1.5282	21
22	1177.8	1134.2	0.0009	0.0147	1151.2	67.968	229.8	125.0	354.8	1.1031	1.5280	22
23	1209.8	1165.8	0.0009	0.0143	1146.1	70.035	231.2	124.0	355.2	1.1078	1.5277	23
24	1242.4	1198.0	0.0009	0.0139	1140.9	72.160	232.6	122.9	355.6	1.1125	1.5275	24
25	1275.7	1230.8	0.0009	0.0135	1135.6	74.347	234.0	121.9	355.9	1.1172	1.5272	25
26	1309.6	1264.4	0.0009	0.0131	1130.3	76.597	235.5	120.8	356.3	1.1219	1.5269	26
27	1344.2	1298.6	0.0009	0.0127	1124.9	78.912	236.9	119.7	356.7	1.1266	1.5267	27
28	1379.5	1333.5	0.0009	0.0123	1119.5	81.296	238.4	118.6	357.0	1.1314	1.5264	28
29	1415.4	1369.1	0.0009	0.0119	1113.9	83.750	239.8	117.5	357.3	1.1361	1.5261	29
30	1452.1	1405.4	0.0009	0.0116	1108.3	86.278	241.3	116.4	357.7	1.1408	1.5257	30
31	1489.5	1442.4	0.0009	0.0113	1102.6	88.881	242.8	115.2	358.0	1.1455	1.5254	31
32	1527.5	1480.2	0.0009	0.0109	1096.9	91.564	244.2	114.1	358.3	1.1503	1.5250	32
33	1566.3	1518.7	0.0009	0.0106	1091.0	94.330	245.7	112.9	358.6	1.1550	1.5246	33
34	1605.9	1557.9	0.0009	0.0103	1085.1	97.182	247.2	111.7	358.9	1.1598	1.5242	34
35	1646.1	1597.9	0.0009	0.0100	1079.1	100.120	248.7	110.4	359.1	1.1646	1.5238	35
36	1687.2	1638.7	0.0009	0.0097	1073.0	103.160	250.2	109.2	359.4	1.1694	1.5234	36
37	1728.9	1680.2	0.0009	0.0094	1066.7	106.290	251.8	107.9	359.7	1.1742	1.5229	37
38	1771.5	1722.6	0.0009	0.0091	1060.4	109.530	253.3	106.6	359.9	1.1790	1.5224	38
39	1814.8	1765.7	0.0009	0.0089	1054.0	112.870	254.9	105.3	360.1	1.1838	1.5219	39
40	1858.9	1809.7	0.0010	0.0086	1047.4	116.330	256.4	103.9	360.3	1.1886	1.5213	40
41	1903.9	1854.4	0.0010	0.0083	1040.8	119.910	258.0	102.6	360.5	1.1935	1.5207	41
42	1949.6	1900.0	0.0010	0.0081	1034.0	123.610	259.6	101.2	360.7	1.1984	1.5201	42
43	1996.2	1946.5	0.0010	0.0078	1027.0	127.450	261.1	99.7	360.9	1.2033	1.5194	43
44	2043.6	1993.8	0.0010	0.0076	1020.0	131.420	262.8	98.3	361.0	1.2082	1.5187	44
45	2091.8	2042.0	0.0010	0.0074	1012.7	135.550	264.4	96.8	361.1	1.2132	1.5180	45
46	2140.9	2091.1	0.0010	0.0072	1005.3	139.830	266.0	95.2	361.2	1.2181	1.5172	46
47	2190.9	2141.1	0.0010	0.0069	997.8	144.280	267.7	93.7	361.3	1.2232	1.5164	47
48	2241.8	2192.0	0.0010	0.0067	990.1	148.910	269.3	92.1	361.4	1.2282	1.5155	48
49	2293.5	2243.9	0.0010	0.0065	982.1	153.740	271.0	90.4	361.4	1.2333	1.5145	49
50	2346.2	2296.7	0.0010	0.0063	974.0	158.770	272.7	88.7	361.4	1.2384	1.5135	50
51	2399.8	2350.5	0.0010	0.0061	965.6	164.020	274.4	87.0	361.4	1.2435	1.5124	51
52	2454.3	2405.2	0.0010	0.0059	957.0	169.520	276.2	85.2	361.4	1.2487	1.5113	52
53	2509.8	2461.0	0.0011	0.0057	948.1	175.280	277.9	83.4	361.3	1.2540	1.5101	53
54	2566.2	2517.8	0.0011	0.0055	938.9	181.320	279.7	81.4	361.2	1.2593	1.5087	54
55	2623.7	2575.6	0.0011	0.0053	929.4	187.680	281.6	79.5	361.0	1.2647	1.5073	55
56	2682.1	2634.5	0.0011	0.0051	919.5	194.390	283.4	77.4	360.8	1.2701	1.5058	56
57	2741.6	2694.5	0.0011	0.0050	909.2	201.480	285.3	75.3	360.6	1.2756	1.5041	57
58	2802.1	2755.7	0.0011	0.0048	898.5	209.010	287.2	73.1	360.3	1.2812	1.5023	58
59	2863.7	2818.0	0.0011	0.0046	887.3	217.030	289.2	70.8	359.9	1.2869	1.5004	59
60	2926.3	2881.4	0.0011	0.0044	875.5	225.610	291.2	68.3	359.5	1.2928	1.4982	60
61	2990.1	2946.1	0.0012	0.0043	863.1	234.840	293.3	65.7	359.0	1.2988	1.4959	61
62	3054.9	3012.1	0.0012	0.0041	849.8	244.820	295.4	63.0	358.4	1.3049	1.4933	62
63	3121.0	3079.4	0.0012	0.0039	835.6	255.710	297.6	60.1	357.7	1.3112	1.4903	63
64	3188.2	3148.0	0.0012	0.0037	820.3	267.710	299.9	57.0	356.9	1.3178	1.4871	64
65	3256.6	3218.2	0.0012	0.0036	803.5	281.100	302.3	53.5	355.9	1.3247	1.4833	65
66	3326.3	3289.9	0.0013	0.0034	784.8	296.300	304.9	49.8	354.6	1.3321	1.4790	66
67	3397.2	3363.3	0.0013	0.0032	763.5	314.000	307.7	45.5	353.1	1.3400	1.4738	67
68	3469.4	3438.6	0.0014	0.0030	738.1	335.430	310.8	40.4	351.2	1.3488	1.4674	68
69	3542.8	3516.2	0.0014	0.0028	705.5	363.280	314.5	34.0	348.5	1.3593	1.4588	69
70	3616.8	3597.1	0.0015	0.0025	655.3	406.140	319.6	24.5	344.1	1.3740	1.4455	70

Table 2
DuPont™ ISCEON® MO79 (R-422A) Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg·K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	10			20			30			40			TEMP. °C
	(–81.65°C)			(–72.08°C)			(–65.89°C)			(–61.12°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(1.3903)	(297.1)	(1.6079)	(0.7260)	(302.9)	(1.5871)	(0.4966)	(306.6)	(1.5762)	(0.3793)	(309.5)	(1.5691)	
–80	1.4027	298.2	1.6133	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–80
–75	1.4400	301.4	1.6297	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–75
–70	1.4774	304.6	1.6459	0.7339	304.3	1.5939	–	–	–	–	–	–	–70
–65	1.5146	307.9	1.6620	0.7528	307.6	1.6100	0.7528	307.6	1.6100	–	–	–	–65
–60	1.5517	311.3	1.6778	0.7717	311.0	1.6260	0.7717	311.0	1.6260	0.3816	310.3	1.5730	–60
–55	1.5889	314.7	1.6935	0.7905	314.4	1.6418	0.7905	314.4	1.6418	0.3913	313.76	1.5890	–55
–50	1.6259	318.1	1.7091	0.8093	317.8	1.6574	0.8093	317.8	1.6574	0.4009	317.25	1.6049	–50
–45	1.6629	321.6	1.7245	0.8280	321.3	1.6729	0.8280	321.3	1.6729	0.4105	320.78	1.6205	–45
–40	1.6999	325.1	1.7397	0.8467	324.8	1.6883	0.8467	324.8	1.6883	0.4201	324.35	1.6360	–40
–35	1.7369	328.6	1.7549	0.8654	328.4	1.7035	0.8654	328.4	1.7035	0.4296	327.96	1.6513	–35
–30	1.7738	332.3	1.7699	0.8840	332.0	1.7185	0.8840	332.0	1.7185	0.4391	331.61	1.6665	–30
–25	1.8107	335.9	1.7848	0.9026	335.7	1.7334	0.9026	335.7	1.7334	0.4485	335.31	1.6815	–25
–20	1.8476	339.6	1.7995	0.9212	339.4	1.7482	0.9212	339.4	1.7482	0.4580	339.04	1.6964	–20
–15	1.8844	343.4	1.8142	0.9397	343.2	1.7629	0.9397	343.2	1.7629	0.4674	342.82	1.7112	–15
–10	1.9213	347.1	1.8287	0.9583	347.0	1.7775	0.9583	347.0	1.7775	0.4768	346.63	1.7258	–10
–5	1.9581	351.0	1.8431	0.9768	350.8	1.7920	0.9768	350.8	1.7920	0.4861	350.49	1.7404	–5
0	1.9949	354.9	1.8575	0.9953	354.7	1.8063	0.9953	354.7	1.8063	0.4955	354.39	1.7548	0
5	2.0317	358.8	1.8717	1.0138	358.6	1.8206	1.0138	358.6	1.8206	0.5049	358.34	1.7691	5
10	2.0684	362.7	1.8858	1.0323	362.6	1.8347	1.0323	362.6	1.8347	0.5142	362.32	1.7833	10
15	2.1052	366.7	1.8998	1.0507	366.6	1.8488	1.0507	366.6	1.8488	0.5235	366.35	1.7974	15
20	2.1419	370.8	1.9138	1.0692	370.7	1.8627	1.0692	370.7	1.8627	0.5328	370.42	1.8114	20
25	2.1787	374.9	1.9276	1.0876	374.8	1.8766	1.0876	374.8	1.8766	0.5421	374.53	1.8253	25
30	2.2154	379.0	1.9414	1.1061	378.9	1.8904	1.1061	378.9	1.8904	0.5514	378.68	1.8391	30
35	2.2521	383.2	1.9550	1.1245	383.1	1.9041	1.1245	383.1	1.9041	0.5607	382.87	1.8528	35
40	2.2889	387.4	1.9686	1.1429	387.3	1.9177	1.1429	387.3	1.9177	0.5700	387.1	1.8664	40
45	2.3256	391.7	1.9821	1.1613	391.6	1.9312	1.1613	391.6	1.9312	0.5792	391.38	1.8800	45
50	2.3623	396.0	1.9956	1.1797	395.9	1.9446	1.1797	395.9	1.9446	0.5885	395.7	1.8934	50
55	2.3990	400.3	2.0089	1.1981	400.2	1.9580	1.1981	400.2	1.9580	0.5977	400.05	1.9068	55
60	2.4357	404.7	2.0222	1.2165	404.6	1.9712	1.2165	404.6	1.9712	0.6070	404.45	1.9201	60
65	2.4724	409.2	2.0354	1.2349	409.1	1.9844	1.2349	409.1	1.9844	0.6162	408.88	1.9333	65
70	2.509	413.6	2.0485	1.2533	413.5	1.9976	1.2533	413.5	1.9976	0.6255	413.36	1.9465	70

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	50			60			70			80			TEMP. °C
	(−57.37°C)			(−54.12°C)			(−51.26°C)			(−48.72°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.3077)	(311.8)	(1.564)	(0.2593)	(313.8)	(1.5601)	(0.2244)	(315.5)	(1.5570)	(0.1979)	(317.0)	(1.5545)	
−55	0.3114	313.5	1.5717	—	—	—	—	—	—	—	—	—	−55
−50	0.3192	317.0	1.5876	0.2648	316.7	1.5733	0.2258	316.4	1.5611	—	—	—	−50
−45	0.3270	320.5	1.6033	0.2713	320.3	1.5891	0.2315	320.0	1.5770	0.2017	319.7	1.5663	−45
−40	0.3347	324.1	1.6189	0.2778	323.9	1.6048	0.2372	323.6	1.5927	0.2067	323.4	1.5821	−40
−35	0.3424	327.7	1.6343	0.2843	327.5	1.6202	0.2428	327.3	1.6082	0.2116	327.0	1.5977	−35
−30	0.3501	331.4	1.6495	0.2907	331.2	1.6355	0.2484	331.0	1.6236	0.2166	330.7	1.6131	−30
−25	0.3577	335.1	1.6646	0.2972	334.9	1.6507	0.2539	334.7	1.6388	0.2215	334.5	1.6284	−25
−20	0.3653	338.9	1.6796	0.3035	338.7	1.6657	0.2594	338.5	1.6538	0.2263	338.3	1.6435	−20
−15	0.3729	342.6	1.6944	0.3099	342.5	1.6805	0.2649	342.3	1.6687	0.2312	342.1	1.6584	−15
−10	0.3805	346.5	1.7090	0.3163	346.3	1.6952	0.2704	346.1	1.6835	0.2360	345.9	1.6732	−10
−5	0.3880	350.3	1.7236	0.3226	350.2	1.7098	0.2758	350.0	1.6981	0.2408	349.8	1.6879	−5
0	0.3955	354.2	1.7381	0.3289	354.1	1.7243	0.2813	353.9	1.7126	0.2456	353.8	1.7024	0
5	0.4031	358.2	1.7524	0.3352	358.0	1.7387	0.2867	357.9	1.7270	0.2504	357.8	1.7168	5
10	0.4106	362.2	1.7666	0.3415	362.0	1.7529	0.2921	361.9	1.7413	0.2551	361.8	1.7311	10
15	0.4181	366.2	1.7807	0.3477	366.1	1.7671	0.2975	366.0	1.7554	0.2599	365.8	1.7453	15
20	0.4255	370.3	1.7947	0.3540	370.2	1.7811	0.3029	370.0	1.7695	0.2646	369.9	1.7594	20
25	0.4330	374.4	1.8087	0.3603	374.3	1.7950	0.3083	374.2	1.7835	0.2693	374.0	1.7734	25
30	0.4405	378.6	1.8225	0.3665	378.5	1.8089	0.3137	378.3	1.7973	0.2740	378.2	1.7873	30
35	0.4479	382.8	1.8362	0.3727	382.7	1.8226	0.3190	382.5	1.8111	0.2788	382.4	1.8010	35
40	0.4554	387.0	1.8499	0.3790	386.9	1.8363	0.3244	386.8	1.8248	0.2835	386.7	1.8147	40
45	0.4628	391.3	1.8634	0.3852	391.2	1.8499	0.3297	391.1	1.8383	0.2881	391.0	1.8283	45
50	0.4702	395.6	1.8769	0.3914	395.5	1.8633	0.3351	395.4	1.8518	0.2928	395.3	1.8418	50
55	0.4776	400.0	1.8903	0.3976	399.9	1.8767	0.3404	399.8	1.8652	0.2975	399.7	1.8553	55
60	0.4851	404.4	1.9036	0.4038	404.3	1.8901	0.3457	404.2	1.8786	0.3022	404.1	1.8686	60
65	0.4925	408.8	1.9168	0.4100	408.7	1.9033	0.3511	408.6	1.8918	0.3069	408.5	1.8819	65
70	0.4998	413.2	1.93	0.4162	413.2	1.9165	0.3564	413.1	1.9050	0.3115	413.0	1.8950	70
75	0.5073	417.8	1.9430	0.4224	417.7	1.9295	0.3617	417.6	1.9181	0.3162	417.6	1.9081	75
80	0.5147	422.4	1.9560	0.4285	422.3	1.9425	0.3670	422.2	1.9311	0.3208	422.1	1.9212	80
85	0.5221	427.0	1.9690	0.4347	426.9	1.9555	0.3723	426.8	1.9440	0.3255	426.7	1.9341	85
90	0.5295	431.6	1.9818	0.4409	431.5	1.9683	0.3776	431.4	1.9569	0.3301	431.4	1.9470	90
95	0.5368	436.2	1.9946	0.4471	436.2	1.9811	0.3829	436.1	1.9697	0.3348	436.0	1.9598	95

Table 2 (continued)
DuPont™ ISCEON® MO79 (R-422A) Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	90			100			101.325			110			TEMP. °C
	(−46.41°C)			(−44.30°C)			(−44.03°C)			(−42.35°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.1772)	(318.4)	(1.5523)	(0.1604)	(319.7)	(1.5505)	(0.1585)	(319.8)	(1.5502)	(0.1467)	(320.8)	(1.5489)	
−45	0.1785	319.4	1.5568	—	—	—	—	—	—	—	—	—	−45
−40	0.1829	323.1	1.5727	0.1640	322.8	1.5642	0.1617	322.8	1.5631	0.1484	322.6	1.5564	−40
−35	0.1874	326.8	1.5884	0.1680	326.6	1.5799	0.1657	326.5	1.5789	0.1521	326.3	1.5722	−35
−30	0.1918	330.5	1.6039	0.1720	330.3	1.5955	0.1697	330.3	1.5944	0.1558	330.1	1.5878	−30
−25	0.1962	334.3	1.6192	0.1760	334.1	1.6108	0.1736	334.0	1.6098	0.1595	333.9	1.6032	−25
−20	0.2006	338.1	1.6343	0.1800	337.9	1.6260	0.1775	337.9	1.6250	0.1631	337.7	1.6185	−20
−15	0.2049	341.9	1.6493	0.1839	341.7	1.6410	0.1814	341.7	1.6400	0.1667	341.5	1.6335	−15
−10	0.2092	345.8	1.6641	0.1878	345.6	1.6559	0.1853	345.6	1.6549	0.1703	345.4	1.6485	−10
−5	0.2135	349.7	1.6788	0.1917	349.5	1.6707	0.1891	349.5	1.6696	0.1739	349.3	1.6632	−5
0	0.2178	353.6	1.6934	0.1956	353.5	1.6853	0.1930	353.4	1.6842	0.1774	353.3	1.6779	0
5	0.2221	357.6	1.7078	0.1994	357.5	1.6997	0.1968	357.4	1.6987	0.1809	357.3	1.6924	5
10	0.2263	361.6	1.7222	0.2033	361.5	1.7141	0.2006	361.5	1.7131	0.1844	361.3	1.7067	10
15	0.2306	365.7	1.7364	0.2071	365.5	1.7283	0.2044	365.5	1.7273	0.1880	365.4	1.7210	15
20	0.2348	369.8	1.7505	0.2110	369.7	1.7424	0.2081	369.6	1.7414	0.1914	369.5	1.7352	20
25	0.2390	373.9	1.7645	0.2148	373.8	1.7565	0.2119	373.8	1.7555	0.1949	373.7	1.7492	25
30	0.2432	378.1	1.7784	0.2186	378.0	1.7704	0.2157	378.0	1.7694	0.1984	377.9	1.7631	30
35	0.2474	382.3	1.7922	0.2224	382.2	1.7842	0.2194	382.2	1.7832	0.2019	382.1	1.7770	35
40	0.2516	386.6	1.8059	0.2262	386.5	1.7979	0.2232	386.5	1.7969	0.2053	386.4	1.7907	40
45	0.2558	390.9	1.8195	0.2299	390.8	1.8115	0.2269	390.8	1.8105	0.2088	390.7	1.8043	45
50	0.2600	395.2	1.8330	0.2337	395.1	1.8251	0.2306	395.1	1.8241	0.2122	395.0	1.8179	50
55	0.2642	399.6	1.8464	0.2375	399.5	1.8385	0.2343	399.5	1.8375	0.2156	399.4	1.8313	55
60	0.2683	404.0	1.8598	0.2412	403.9	1.8519	0.2380	403.9	1.8509	0.2191	403.8	1.8447	60
65	0.2725	408.4	1.8731	0.2450	408.4	1.8652	0.2418	408.3	1.8642	0.2225	408.3	1.8580	65
70	0.2766	412.9	1.8862	0.2487	412.9	1.8784	0.2455	412.8	1.8774	0.2259	412.8	1.8712	70
75	0.2808	417.5	1.8994	0.2525	417.4	1.8915	0.2492	417.4	1.8905	0.2293	417.3	1.8843	75
80	0.2849	422.0	1.9124	0.2562	422.0	1.9045	0.2528	422.0	1.9035	0.2327	421.9	1.8974	80
85	0.2891	426.6	1.9253	0.2600	426.6	1.9175	0.2565	426.6	1.9165	0.2361	426.5	1.9103	85
90	0.2932	431.3	1.9382	0.2637	431.2	1.9304	0.2602	431.2	1.9294	0.2395	431.1	1.9232	90
95	0.2974	436.0	1.9510	0.2674	435.9	1.9432	0.2639	435.9	1.9422	0.2429	435.8	1.9361	95
100	0.3015	440.7	1.9638	0.2712	440.6	1.9559	0.2676	440.6	1.9549	0.2463	440.6	1.9488	100

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	120			130			140			150			TEMP. °C
	(−40.53°C)			(−38.82°C)			(−37.22°C)			(−35.70)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.1351)	(321.9)	(1.5475)	(0.1253)	(322.9)	(1.5462)	(0.1168)	(323.9)	(1.5452)	(0.1094)	(324.8)	(1.5442)	
−40	0.1355	322.3	1.5492	—	—	—	—	—	—	—	—	—	−40
−35	0.1389	326.1	1.5651	0.1277	325.8	1.5584	0.1181	325.6	1.5522	0.1098	325.3	1.5464	−35
−30	0.1423	329.8	1.5807	0.1309	329.6	1.5742	0.1211	329.4	1.5681	0.1126	329.2	1.5623	−30
−25	0.1457	333.6	1.5962	0.1340	333.4	1.5897	0.1240	333.2	1.5837	0.1154	333.0	1.5780	−25
−20	0.1491	337.5	1.6115	0.1372	337.3	1.6051	0.1270	337.1	1.5991	0.1181	336.9	1.5934	−20
−15	0.1524	341.3	1.6266	0.1403	341.2	1.6202	0.1299	341.0	1.6143	0.1209	340.8	1.6087	−15
−10	0.1557	345.2	1.6416	0.1433	345.1	1.6352	0.1327	344.9	1.6293	0.1236	344.7	1.6238	−10
−5	0.1590	349.2	1.6564	0.1464	349.0	1.6501	0.1356	348.8	1.6442	0.1262	348.7	1.6387	−5
0	0.1622	353.1	1.6711	0.1494	353.0	1.6648	0.1384	352.8	1.6589	0.1289	352.7	1.6535	0
5	0.1655	357.2	1.6856	0.1524	357.0	1.6794	0.1413	356.9	1.6735	0.1316	356.7	1.6681	5
10	0.1687	361.2	1.7000	0.1555	361.1	1.6938	0.1441	360.9	1.6880	0.1342	360.8	1.6826	10
15	0.1720	365.3	1.7143	0.1584	365.1	1.7081	0.1469	365.0	1.7023	0.1368	364.9	1.6969	15
20	0.1752	369.4	1.7285	0.1614	369.3	1.7223	0.1496	369.1	1.7165	0.1394	369.0	1.7112	20
25	0.1784	373.6	1.7425	0.1644	373.4	1.7364	0.1524	373.3	1.7306	0.1420	373.2	1.7253	25
30	0.1816	377.7	1.7565	0.1674	377.6	1.7503	0.1552	377.5	1.7446	0.1446	377.4	1.7393	30
35	0.1848	382.0	1.7703	0.1703	381.9	1.7642	0.1579	381.8	1.7585	0.1472	381.6	1.7532	35
40	0.1879	386.3	1.7841	0.1733	386.1	1.7780	0.1607	386.0	1.7723	0.1497	385.9	1.7670	40
45	0.1911	390.6	1.7977	0.1762	390.5	1.7916	0.1634	390.4	1.7860	0.1523	390.2	1.7807	45
50	0.1943	394.9	1.8113	0.1791	394.8	1.8052	0.1661	394.7	1.7996	0.1549	394.6	1.7943	50
55	0.1974	399.3	1.8248	0.1820	399.2	1.8187	0.1688	399.1	1.8131	0.1574	399.0	1.8078	55
60	0.2006	403.7	1.8381	0.1850	403.6	1.8321	0.1716	403.5	1.8265	0.1599	403.4	1.8212	60
65	0.2037	408.2	1.8514	0.1879	408.1	1.8454	0.1743	408.0	1.8398	0.1625	407.9	1.8345	65
70	0.2069	412.7	1.8647	0.1908	412.6	1.8586	0.1770	412.5	1.8530	0.1650	412.4	1.8478	70
75	0.2100	417.2	1.8778	0.1937	417.1	1.8718	0.1797	417.1	1.8662	0.1675	417.0	1.8609	75
80	0.2131	421.8	1.8908	0.1966	421.7	1.8848	0.1824	421.6	1.8792	0.1701	421.6	1.8740	80
85	0.2163	426.4	1.9038	0.1995	426.3	1.8978	0.1851	426.3	1.8922	0.1726	426.2	1.8870	85
90	0.2194	431.1	1.9167	0.2024	431.0	1.9107	0.1878	430.9	1.9051	0.1751	430.8	1.8999	90
95	0.2225	435.8	1.9295	0.2052	435.7	1.9235	0.1904	435.6	1.9180	0.1776	435.5	1.9128	95
100	0.2256	440.5	1.9423	0.2081	440.4	1.9363	0.1931	440.3	1.9307	0.1801	440.3	1.9256	100
105	0.2288	445.3	1.9550	0.2110	445.2	1.9490	0.1958	445.1	1.9434	0.1826	445.0	1.9383	105
110	0.2319	450.1	1.9676	0.2139	450.0	1.9616	0.1985	449.9	1.9561	0.1851	449.9	1.9509	110

Table 2 (continued)
DuPont™ ISCEON® MO79 (R-422A) Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg·K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	160			170			180			190			TEMP. °C
	(−34.26°C)			(−32.88°C)			(−31.57°C)			(−30.31°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.1029)	(325.6)	(1.5433)	(0.0971)	(326.5)	(1.5425)	(0.0920)	(327.2)	(1.5417)	(0.0874)	(327.9)	(1.5411)	
−30	0.1052	328.9	1.5569	0.0986	328.7	1.5517	0.0928	328.4	1.5468	0.0875	328.2	1.5421	−30
−25	0.1078	332.8	1.5726	0.1011	332.6	1.5675	0.0951	332.3	1.5626	0.0898	332.1	1.5580	−25
−20	0.1104	336.7	1.5881	0.1036	336.5	1.5831	0.0975	336.3	1.5783	0.0921	336.0	1.5737	−20
−15	0.1130	340.6	1.6034	0.1060	340.4	1.5984	0.0998	340.2	1.5937	0.0943	340.0	1.5892	−15
−10	0.1155	344.5	1.6185	0.1084	344.3	1.6136	0.1021	344.2	1.6089	0.0965	344.0	1.6044	−10
−5	0.1181	348.5	1.6335	0.1108	348.3	1.6286	0.1044	348.2	1.6239	0.0986	348.0	1.6195	−5
0	0.1206	352.5	1.6483	0.1132	352.3	1.6434	0.1067	352.2	1.6388	0.1008	352.0	1.6344	0
5	0.1231	356.5	1.6630	0.1156	356.4	1.6581	0.1089	356.2	1.6535	0.1029	356.1	1.6492	5
10	0.1255	360.6	1.6775	0.1179	360.5	1.6727	0.1111	360.3	1.6681	0.1051	360.2	1.6638	10
15	0.1280	364.7	1.6919	0.1202	364.6	1.6871	0.1134	364.4	1.6825	0.1072	364.3	1.6782	15
20	0.1305	368.9	1.7061	0.1226	368.7	1.7014	0.1156	368.6	1.6968	0.1093	368.5	1.6926	20
25	0.1329	373.1	1.7203	0.1249	372.9	1.7155	0.1177	372.8	1.7110	0.1114	372.7	1.7068	25
30	0.1353	377.3	1.7343	0.1272	377.1	1.7296	0.1199	377.0	1.7251	0.1134	376.9	1.7208	30
35	0.1378	381.5	1.7482	0.1295	381.4	1.7435	0.1221	381.3	1.7390	0.1155	381.2	1.7348	35
40	0.1402	385.8	1.7620	0.1318	385.7	1.7573	0.1243	385.6	1.7529	0.1176	385.5	1.7487	40
45	0.1426	390.1	1.7757	0.1340	390.0	1.7710	0.1264	389.9	1.7666	0.1196	389.8	1.7624	45
50	0.1450	394.5	1.7893	0.1363	394.4	1.7847	0.1286	394.3	1.7803	0.1217	394.2	1.7761	50
55	0.1474	398.9	1.8029	0.1386	398.8	1.7982	0.1307	398.7	1.7938	0.1237	398.6	1.7896	55
60	0.1498	403.3	1.8163	0.1408	403.3	1.8116	0.1328	403.2	1.8073	0.1257	403.1	1.8031	60
65	0.1522	407.8	1.8296	0.1431	407.7	1.8250	0.1350	407.6	1.8206	0.1277	407.6	1.8165	65
70	0.1545	412.3	1.8429	0.1453	412.3	1.8383	0.1371	412.2	1.8339	0.1298	412.1	1.8298	70
75	0.1569	416.9	1.8560	0.1476	416.8	1.8514	0.1392	416.7	1.8471	0.1318	416.6	1.8430	75
80	0.1593	421.5	1.8691	0.1498	421.4	1.8645	0.1413	421.3	1.8602	0.1338	421.2	1.8561	80
85	0.1617	426.1	1.8821	0.1520	426.0	1.8776	0.1435	426.0	1.8732	0.1358	425.9	1.8691	85
90	0.1640	430.8	1.8951	0.1543	430.7	1.8905	0.1456	430.6	1.8862	0.1378	430.5	1.8821	90
95	0.1664	435.5	1.9079	0.1565	435.4	1.9033	0.1477	435.3	1.8990	0.1398	435.3	1.8949	95
100	0.1687	440.2	1.9207	0.1587	440.1	1.9161	0.1498	440.1	1.9118	0.1418	440.0	1.9077	100
105	0.1711	445.0	1.9334	0.1609	444.9	1.9288	0.1519	444.8	1.9245	0.1438	444.8	1.9204	105
110	0.1734	449.8	1.9460	0.1631	449.7	1.9415	0.1540	449.7	1.9372	0.1458	449.6	1.9331	110
115	0.1758	454.6	1.9586	0.1653	454.6	1.9540	0.1561	454.5	1.9497	0.1478	454.4	1.9457	115
120	0.1781	459.5	1.9711	0.1676	459.5	1.9665	0.1582	459.4	1.9622	0.1497	459.3	1.9582	120

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	200			210			220			230			TEMP. °C
	(−29.11°C)			(−27.94°C)			(−26.82°C)			(−25.74°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0832)	(328.7)	(1.5405)	(0.0794)	(329.3)	(1.5399)	(0.0759)	(329.8)	(1.5394)	(0.0728)	(330.6)	(1.5389)	
−25	0.0850	331.9	1.5536	0.0807	331.7	1.5493	0.0767	331.4	1.5452	0.0731	331.2	1.5413	−25
−20	0.0872	335.8	1.5693	0.0827	335.6	1.5651	0.0787	335.4	1.5611	0.0750	335.2	1.5572	−20
−15	0.0893	339.8	1.5848	0.0848	339.6	1.5807	0.0807	339.4	1.5767	0.0769	339.2	1.5729	−15
−10	0.0914	343.8	1.6002	0.0868	343.6	1.5961	0.0826	343.4	1.5921	0.0788	343.2	1.5884	−10
−5	0.0935	347.8	1.6153	0.0888	347.6	1.6112	0.0845	347.5	1.6073	0.0806	347.3	1.6036	−5
0	0.0955	351.9	1.6302	0.0908	351.7	1.6262	0.0864	351.5	1.6224	0.0825	351.4	1.6187	0
5	0.0976	355.9	1.6450	0.0927	355.8	1.6410	0.0883	355.6	1.6372	0.0843	355.5	1.6335	5
10	0.0996	360.0	1.6596	0.0947	359.9	1.6557	0.0902	359.7	1.6519	0.0861	359.6	1.6483	10
15	0.1016	364.2	1.6741	0.0966	364.0	1.6702	0.0920	363.9	1.6664	0.0878	363.7	1.6628	15
20	0.1036	368.3	1.6885	0.0985	368.2	1.6846	0.0939	368.1	1.6808	0.0896	367.9	1.6772	20
25	0.1056	372.5	1.7027	0.1004	372.4	1.6988	0.0957	372.3	1.6951	0.0914	372.2	1.6915	25
30	0.1076	376.8	1.7168	0.1023	376.7	1.7129	0.0975	376.5	1.7092	0.0931	376.4	1.7057	30
35	0.1096	381.1	1.7308	0.1042	380.9	1.7269	0.0993	380.8	1.7233	0.0948	380.7	1.7197	35
40	0.1115	385.4	1.7447	0.1061	385.3	1.7408	0.1011	385.2	1.7372	0.0966	385.0	1.7337	40
45	0.1135	389.7	1.7584	0.1079	389.6	1.7546	0.1029	389.5	1.7510	0.0983	389.4	1.7475	45
50	0.1154	394.1	1.7721	0.1098	394.0	1.7683	0.1047	393.9	1.7647	0.1000	393.8	1.7612	50
55	0.1174	398.5	1.7857	0.1116	398.4	1.7819	0.1064	398.3	1.7783	0.1017	398.2	1.7748	55
60	0.1193	403.0	1.7991	0.1135	402.9	1.7954	0.1082	402.8	1.7918	0.1034	402.7	1.7883	60
65	0.1212	407.5	1.8125	0.1153	407.4	1.8088	0.1100	407.3	1.8052	0.1051	407.2	1.8017	65
70	0.1231	412.0	1.8258	0.1172	411.9	1.8221	0.1117	411.8	1.8185	0.1068	411.7	1.8150	70
75	0.1251	416.6	1.8390	0.1190	416.5	1.8353	0.1135	416.4	1.8317	0.1084	416.3	1.8283	75
80	0.1270	421.2	1.8522	0.1208	421.1	1.8484	0.1152	421.0	1.8448	0.1101	420.9	1.8414	80
85	0.1289	425.8	1.8652	0.1227	425.7	1.8615	0.1170	425.6	1.8579	0.1118	425.6	1.8545	85
90	0.1308	430.5	1.8781	0.1245	430.4	1.8744	0.1187	430.3	1.8709	0.1135	430.2	1.8675	90
95	0.1327	435.2	1.8910	0.1263	435.1	1.8873	0.1205	435.0	1.8838	0.1151	435.0	1.8804	95
100	0.1346	439.9	1.9038	0.1281	439.9	1.9001	0.1222	439.8	1.8966	0.1168	439.7	1.8932	100
105	0.1365	444.7	1.9166	0.1299	444.6	1.9129	0.1239	444.6	1.9093	0.1184	444.5	1.9059	105
110	0.1384	449.5	1.9292	0.1317	449.5	1.9255	0.1256	449.4	1.9220	0.1201	449.3	1.9186	110
115	0.1403	454.4	1.9418	0.1335	454.3	1.9381	0.1274	454.2	1.9346	0.1218	454.2	1.9312	115
120	0.1422	459.3	1.9543	0.1353	459.2	1.9506	0.1291	459.1	1.9471	0.1234	459.1	1.9437	120
125	0.1441	464.2	1.9667	0.1371	464.1	1.9631	0.1308	464.1	1.9596	0.1250	464.0	1.9562	125

Table 2 (continued)
DuPont™ ISCEON® MO79 (R-422A) Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	240			250			260			270			TEMP. °C
	(-24.69°C)			(-23.68°C)			(-22.70°C)			(-21.74°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0699)	(331.2)	(1.5384)	(0.0672)	(331.8)	(1.5380)	(0.0647)	(332.3)	(1.5376)	(0.0624)	(332.9)	(1.5373)	
-20	0.0717	335.0	1.5535	0.0686	334.8	1.5498	0.0657	334.5	1.5463	0.0630	334.3	1.5429	-20
-15	0.0735	339.0	1.5692	0.0703	338.8	1.5656	0.0674	338.6	1.5622	0.0647	338.4	1.5588	-15
-10	0.0753	343.0	1.5847	0.0721	342.8	1.5812	0.0691	342.7	1.5778	0.0663	342.5	1.5745	-10
-5	0.0771	347.1	1.6000	0.0738	346.9	1.5965	0.0708	346.7	1.5931	0.0680	346.6	1.5899	-5
0	0.0788	351.2	1.6151	0.0755	351.0	1.6116	0.0724	350.8	1.6083	0.0696	350.7	1.6051	0
5	0.0806	355.3	1.6300	0.0772	355.1	1.6266	0.0740	355.0	1.6233	0.0711	354.8	1.6201	5
10	0.0823	359.4	1.6448	0.0788	359.3	1.6414	0.0756	359.1	1.6381	0.0727	359.0	1.6350	10
15	0.0840	363.6	1.6593	0.0805	363.5	1.6560	0.0772	363.3	1.6528	0.0742	363.2	1.6496	15
20	0.0857	367.8	1.6738	0.0821	367.7	1.6705	0.0788	367.5	1.6673	0.0758	367.4	1.6642	20
25	0.0874	372.0	1.6881	0.0838	371.9	1.6848	0.0804	371.8	1.6816	0.0773	371.6	1.6785	25
30	0.0891	376.3	1.7023	0.0854	376.2	1.6990	0.0820	376.1	1.6958	0.0788	375.9	1.6928	30
35	0.0907	380.6	1.7163	0.0870	380.5	1.7131	0.0835	380.4	1.7099	0.0803	380.2	1.7069	35
40	0.0924	384.9	1.7303	0.0886	384.8	1.7270	0.0851	384.7	1.7239	0.0818	384.6	1.7209	40
45	0.0941	389.3	1.7441	0.0902	389.2	1.7409	0.0866	389.1	1.7378	0.0833	389.0	1.7348	45
50	0.0957	393.7	1.7578	0.0918	393.6	1.7546	0.0881	393.5	1.7515	0.0847	393.4	1.7485	50
55	0.0973	398.1	1.7715	0.0933	398.0	1.7683	0.0896	397.9	1.7652	0.0862	397.8	1.7622	55
60	0.0990	402.6	1.7850	0.0949	402.5	1.7818	0.0911	402.4	1.7787	0.0877	402.3	1.7758	60
65	0.1006	407.1	1.7984	0.0965	407.0	1.7952	0.0927	406.9	1.7922	0.0891	406.8	1.7892	65
70	0.1022	411.6	1.8117	0.0980	411.6	1.8086	0.0942	411.5	1.8055	0.0906	411.4	1.8026	70
75	0.1038	416.2	1.8250	0.0996	416.1	1.8218	0.0957	416.1	1.8188	0.0920	416.0	1.8158	75
80	0.1054	420.8	1.8381	0.1011	420.8	1.8350	0.0971	420.7	1.8320	0.0935	420.6	1.8290	80
85	0.1070	425.5	1.8512	0.1027	425.4	1.8481	0.0986	425.3	1.8450	0.0949	425.3	1.8421	85
90	0.1086	430.2	1.8642	0.1042	430.1	1.8611	0.1001	430.0	1.8580	0.0963	429.9	1.8551	90
95	0.1102	434.9	1.8771	0.1058	434.8	1.8740	0.1016	434.7	1.8710	0.0978	434.7	1.8681	95
100	0.1118	439.6	1.8899	0.1073	439.6	1.8868	0.1031	439.5	1.8838	0.0992	439.4	1.8809	100
105	0.1134	444.4	1.9027	0.1088	444.4	1.8996	0.1046	444.3	1.8966	0.1006	444.2	1.8937	105
110	0.1150	449.3	1.9154	0.1103	449.2	1.9123	0.1060	449.1	1.9093	0.1020	449.1	1.9064	110
115	0.1166	454.1	1.9280	0.1119	454.1	1.9249	0.1075	454.0	1.9219	0.1035	453.9	1.9190	115
120	0.1182	459.0	1.9405	0.1134	459.0	1.9374	0.1090	458.9	1.9344	0.1049	458.8	1.9315	120
125	0.1198	463.9	1.9530	0.1149	463.9	1.9499	0.1104	463.8	1.9469	0.1063	463.8	1.9440	125
130	0.1213	468.9	1.9654	0.1164	468.9	1.9623	0.1119	468.8	1.9593	0.1077	468.7	1.9564	130

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	280			290			300			310			TEMP. °C
	(-20.81°C)			(-19.91°C)			(-19.03°C)			(-18.17°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0603)	(333.4)	(1.5369)	(0.0583)	(333.9)	(1.5366)	(0.0564)	(334.4)	(1.5363)	(0.0546)	(334.9)	(1.5360)	
-20	0.0606	334.1	1.5396	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-20
-15	0.0622	338.2	1.5555	0.0598	338.0	1.5524	0.0576	337.7	1.5493	0.0556	337.5	1.5462	-15
-10	0.0638	342.3	1.5712	0.0614	342.1	1.5681	0.0592	341.9	1.5651	0.0571	341.7	1.5621	-10
-5	0.0653	346.4	1.5867	0.0629	346.2	1.5836	0.0606	346.0	1.5806	0.0585	345.8	1.5777	-5
0	0.0669	350.5	1.6020	0.0644	350.3	1.5989	0.0621	350.2	1.5960	0.0600	350.0	1.5931	0
5	0.0684	354.7	1.6170	0.0659	354.5	1.6140	0.0636	354.3	1.6111	0.0614	354.2	1.6083	5
10	0.0699	358.8	1.6319	0.0674	358.7	1.6289	0.0650	358.5	1.6260	0.0628	358.4	1.6232	10
15	0.0714	363.0	1.6466	0.0688	362.9	1.6437	0.0664	362.7	1.6408	0.0641	362.6	1.6380	15
20	0.0729	367.3	1.6612	0.0703	367.1	1.6582	0.0678	367.0	1.6554	0.0655	366.8	1.6527	20
25	0.0744	371.5	1.6756	0.0717	371.4	1.6727	0.0692	371.3	1.6699	0.0668	371.1	1.6671	25
30	0.0759	375.8	1.6898	0.0731	375.7	1.6870	0.0706	375.6	1.6842	0.0682	375.4	1.6815	30
35	0.0773	380.1	1.7040	0.0745	380.0	1.7011	0.0719	379.9	1.6983	0.0695	379.8	1.6957	35
40	0.0788	384.5	1.7180	0.0759	384.4	1.7151	0.0733	384.2	1.7124	0.0708	384.1	1.7097	40
45	0.0802	388.9	1.7319	0.0773	388.8	1.7290	0.0746	388.6	1.7263	0.0721	388.5	1.7237	45
50	0.0816	393.3	1.7456	0.0787	393.2	1.7428	0.0760	393.1	1.7401	0.0734	393.0	1.7375	50
55	0.0830	397.7	1.7593	0.0801	397.6	1.7565	0.0773	397.5	1.7538	0.0747	397.4	1.7512	55
60	0.0844	402.2	1.7729	0.0814	402.1	1.7701	0.0786	402.0	1.7674	0.0760	401.9	1.7648	60
65	0.0859	406.7	1.7864	0.0828	406.6	1.7836	0.0800	406.6	1.7809	0.0773	406.5	1.7783	65
70	0.0873	411.3	1.7997	0.0842	411.2	1.7970	0.0813	411.1	1.7943	0.0786	411.0	1.7917	70
75	0.0887	415.9	1.8130	0.0855	415.8	1.8103	0.0826	415.7	1.8076	0.0798	415.6	1.8050	75
80	0.0900	420.5	1.8262	0.0869	420.4	1.8235	0.0839	420.3	1.8208	0.0811	420.3	1.8182	80
85	0.0914	425.2	1.8393	0.0882	425.1	1.8366	0.0852	425.0	1.8339	0.0824	424.9	1.8314	85
90	0.0928	429.9	1.8523	0.0895	429.8	1.8496	0.0865	429.7	1.8470	0.0836	429.6	1.8444	90
95	0.0942	434.6	1.8653	0.0909	434.5	1.8625	0.0878	434.5	1.8599	0.0849	434.4	1.8574	95
100	0.0956	439.4	1.8781	0.0922	439.3	1.8754	0.0891	439.2	1.8728	0.0861	439.1	1.8702	100
105	0.0969	444.2	1.8909	0.0935	444.1	1.8882	0.0904	444.0	1.8856	0.0874	444.0	1.8830	105
110	0.0983	449.0	1.9036	0.0949	448.9	1.9009	0.0916	448.9	1.8983	0.0886	448.8	1.8958	110
115	0.0997	453.9	1.9162	0.0962	453.8	1.9135	0.0929	453.7	1.9109	0.0899	453.7	1.9084	115
120	0.1011	458.8	1.9288	0.0975	458.7	1.9261	0.0942	458.6	1.9235	0.0911	458.6	1.9210	120
125	0.1024	463.7	1.9412	0.0988	463.6	1.9386	0.0955	463.6	1.9360	0.0923	463.5	1.9335	125
130	0.1038	468.7	1.9536	0.1001	468.6	1.9510	0.0968	468.6	1.9484	0.0936	468.5	1.9459	130

Table 2 (continued)
DuPont™ ISCEON® MO79 (R-422A) Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg·K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	320			330			340			350			TEMP. °C
	(−17.34°C)			(−16.52°C)			(−15.72°C)			(−14.94°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0530)	(335.4)	(1.5357)	(0.0514)	(335.8)	(1.5355)	(0.0500)	(336.3)	(1.5353)	(0.0483)	(336.7)	(1.5350)	
−15	0.0537	337.3	1.5433	0.0519	337.1	1.5404	0.0502	336.9	1.5376	—	—	—	−15
−10	0.0551	341.5	1.5592	0.0533	341.3	1.5564	0.0516	341.1	1.5536	0.0499	340.9	1.5509	−10
−5	0.0565	345.6	1.5749	0.0547	345.4	1.5721	0.0529	345.3	1.5694	0.0512	345.1	1.5668	−5
0	0.0579	349.8	1.5903	0.0560	349.6	1.5876	0.0542	349.5	1.5849	0.0525	349.3	1.5823	0
5	0.0593	354.0	1.6055	0.0574	353.8	1.6028	0.0555	353.7	1.6002	0.0538	353.5	1.5976	5
10	0.0607	358.2	1.6205	0.0587	358.1	1.6179	0.0568	357.9	1.6153	0.0551	357.7	1.6127	10
15	0.0620	362.4	1.6353	0.0600	362.3	1.6327	0.0581	362.1	1.6301	0.0563	362.0	1.6276	15
20	0.0633	366.7	1.6500	0.0613	366.6	1.6474	0.0594	366.4	1.6449	0.0576	366.3	1.6424	20
25	0.0646	371.0	1.6645	0.0626	370.9	1.6619	0.0606	370.7	1.6594	0.0588	370.6	1.6570	25
30	0.0659	375.3	1.6788	0.0638	375.2	1.6763	0.0618	375.1	1.6738	0.0600	374.9	1.6714	30
35	0.0672	379.6	1.6931	0.0651	379.5	1.6905	0.0631	379.4	1.6880	0.0612	379.3	1.6856	35
40	0.0685	384.0	1.7071	0.0663	383.9	1.7046	0.0643	383.8	1.7022	0.0624	383.7	1.6998	40
45	0.0698	388.4	1.7211	0.0676	388.3	1.7186	0.0655	388.2	1.7162	0.0635	388.1	1.7138	45
50	0.0710	392.9	1.7349	0.0688	392.8	1.7324	0.0667	392.7	1.7300	0.0647	392.5	1.7277	50
55	0.0723	397.3	1.7487	0.0700	397.2	1.7462	0.0679	397.1	1.7438	0.0659	397.0	1.7414	55
60	0.0736	401.8	1.7623	0.0712	401.7	1.7598	0.0691	401.6	1.7574	0.0670	401.5	1.7551	60
65	0.0748	406.4	1.7758	0.0725	406.3	1.7733	0.0702	406.2	1.7710	0.0682	406.1	1.7686	65
70	0.0760	410.9	1.7892	0.0737	410.9	1.7868	0.0714	410.8	1.7844	0.0693	410.7	1.7821	70
75	0.0773	415.5	1.8025	0.0749	415.5	1.8001	0.0726	415.4	1.7977	0.0704	415.3	1.7954	75
80	0.0785	420.2	1.8158	0.0761	420.1	1.8133	0.0737	420.0	1.8110	0.0716	419.9	1.8087	80
85	0.0797	424.9	1.8289	0.0772	424.8	1.8265	0.0749	424.7	1.8241	0.0727	424.6	1.8219	85
90	0.0809	429.6	1.8419	0.0784	429.5	1.8395	0.0761	429.4	1.8372	0.0738	429.3	1.8349	90
95	0.0822	434.3	1.8549	0.0796	434.2	1.8525	0.0772	434.2	1.8502	0.0749	434.1	1.8479	95
100	0.0834	439.1	1.8678	0.0808	439.0	1.8654	0.0784	438.9	1.8631	0.0761	438.9	1.8608	100
105	0.0846	443.9	1.8806	0.0820	443.8	1.8782	0.0795	443.7	1.8759	0.0772	443.7	1.8736	105
110	0.0858	448.7	1.8933	0.0831	448.7	1.8909	0.0806	448.6	1.8886	0.0783	448.5	1.8864	110
115	0.0870	453.6	1.9060	0.0843	453.5	1.9036	0.0818	453.5	1.9013	0.0794	453.4	1.8990	115
120	0.0882	458.5	1.9185	0.0855	458.5	1.9162	0.0829	458.4	1.9139	0.0805	458.3	1.9116	120
125	0.0894	463.5	1.9310	0.0866	463.4	1.9287	0.0841	463.3	1.9264	0.0816	463.3	1.9241	125
130	0.0906	468.4	1.9434	0.0878	468.4	1.9411	0.0852	468.3	1.9388	0.0827	468.3	1.9366	130
135	0.0918	473.5	1.9558	0.0890	473.4	1.9534	0.0863	473.3	1.9512	0.0838	473.3	1.9489	135

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	360			370			380			390			TEMP. °C
	(−14.17°C)			(−13.43°C)			(−12.69°C)			(−11.97°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0473)	(337.1)	(1.5348)	(0.0460)	(337.6)	(1.5346)	(0.0448)	(338.0)	(1.5344)	(0.0437)	(338.4)	(1.5342)	
−10	0.0484	340.7	1.5483	0.0469	340.5	1.5457	0.0455	340.2	1.5431	0.0442	340.0	1.5406	−10
−5	0.0497	344.9	1.5642	0.0482	344.7	1.5616	0.0468	344.5	1.5591	0.0454	344.3	1.5567	−5
0	0.0509	349.1	1.5798	0.0494	348.9	1.5773	0.0480	348.7	1.5748	0.0466	348.6	1.5724	0
5	0.0522	353.3	1.5951	0.0507	353.2	1.5927	0.0492	353.0	1.5903	0.0478	352.8	1.5879	5
10	0.0534	357.6	1.6103	0.0519	357.4	1.6078	0.0504	357.3	1.6055	0.0490	357.1	1.6031	10
15	0.0546	361.8	1.6252	0.0531	361.7	1.6228	0.0515	361.5	1.6205	0.0501	361.4	1.6182	15
20	0.0558	366.1	1.6400	0.0542	366.0	1.6376	0.0527	365.9	1.6353	0.0512	365.7	1.6330	20
25	0.0570	370.5	1.6546	0.0554	370.3	1.6522	0.0538	370.2	1.6499	0.0524	370.0	1.6477	25
30	0.0582	374.8	1.6690	0.0565	374.7	1.6667	0.0550	374.5	1.6644	0.0535	374.4	1.6622	30
35	0.0594	379.2	1.6833	0.0577	379.0	1.6810	0.0561	378.9	1.6788	0.0545	378.8	1.6766	35
40	0.0605	383.6	1.6974	0.0588	383.4	1.6952	0.0572	383.3	1.6929	0.0556	383.2	1.6908	40
45	0.0617	388.0	1.7115	0.0599	387.9	1.7092	0.0583	387.8	1.7070	0.0567	387.7	1.7048	45
50	0.0628	392.4	1.7254	0.0610	392.3	1.7231	0.0594	392.2	1.7209	0.0578	392.1	1.7188	50
55	0.0640	396.9	1.7391	0.0621	396.8	1.7369	0.0604	396.7	1.7347	0.0588	396.6	1.7326	55
60	0.0651	401.5	1.7528	0.0632	401.4	1.7506	0.0615	401.3	1.7484	0.0599	401.2	1.7463	60
65	0.0662	406.0	1.7664	0.0643	405.9	1.7642	0.0626	405.8	1.7620	0.0609	405.7	1.7599	65
70	0.0673	410.6	1.7798	0.0654	410.5	1.7776	0.0636	410.4	1.7755	0.0619	410.3	1.7734	70
75	0.0684	415.2	1.7932	0.0665	415.1	1.7910	0.0647	415.0	1.7889	0.0630	414.9	1.7868	75
80	0.0695	419.9	1.8065	0.0676	419.8	1.8043	0.0657	419.7	1.8022	0.0640	419.6	1.8001	80
85	0.0706	424.5	1.8196	0.0687	424.5	1.8175	0.0668	424.4	1.8153	0.0650	424.3	1.8133	85
90	0.0717	429.3	1.8327	0.0697	429.2	1.8305	0.0678	429.1	1.8284	0.0660	429.0	1.8264	90
95	0.0728	434.0	1.8457	0.0708	433.9	1.8435	0.0689	433.9	1.8415	0.0670	433.8	1.8394	95
100	0.0739	438.8	1.8586	0.0718	438.7	1.8565	0.0699	438.6	1.8544	0.0681	438.6	1.8523	100
105	0.0750	443.6	1.8714	0.0729	443.5	1.8693	0.0709	443.5	1.8672	0.0691	443.4	1.8652	105
110	0.0761	448.5	1.8842	0.0740	448.4	1.8820	0.0720	448.3	1.8800	0.0701	448.3	1.8779	110
115	0.0771	453.3	1.8968	0.0750	453.3	1.8947	0.0730	453.2	1.8926	0.0711	453.2	1.8906	115
120	0.0782	458.3	1.9094	0.0761	458.2	1.9073	0.0740	458.1	1.9053	0.0721	458.1	1.9032	120
125	0.0793	463.2	1.9220	0.0771	463.2	1.9198	0.0750	463.1	1.9178	0.0731	463.0	1.9158	125
130	0.0804	468.2	1.9344	0.0781	468.1	1.9323	0.0760	468.1	1.9302	0.0741	468.0	1.9282	130
135	0.0814	473.2	1.9468	0.0792	473.2	1.9447	0.0771	473.1	1.9426	0.0750	473.0	1.9406	135
140	0.0825	478.3	1.9591	0.0802	478.2	1.9570	0.0781	478.2	1.9549	0.0760	478.1	1.9529	140

Table 2 (continued)
DuPont™ ISCEON® MO79 (R-422A) Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	400			425			450			475			TEMP. °C
	(–11.27°C)			(–9.56°C)			(–7.93°C)			(–6.36°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0427)	(338.7)	(1.5340)	(0.0401)	(339.7)	(1.5336)	(0.0380)	(–340.5)	(1.5333)	(0.0360)	(341.4)	(1.5329)	
–10	0.0430	339.8	1.5382	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–10
–5	0.0442	344.1	1.5543	0.0412	343.6	1.5484	0.0386	343.1	1.5428	0.0363	342.6	1.5374	–5
0	0.0453	348.4	1.5701	0.0424	347.9	1.5644	0.0397	347.4	1.5589	0.0374	347.0	1.5536	0
5	0.0465	352.6	1.5856	0.0435	352.2	1.5800	0.0408	351.8	1.5746	0.0384	351.3	1.5695	5
10	0.0476	356.9	1.6009	0.0446	356.5	1.5954	0.0418	356.1	1.5901	0.0394	355.7	1.5850	10
15	0.0488	361.2	1.6159	0.0456	360.9	1.6105	0.0429	360.5	1.6053	0.0404	360.1	1.6004	15
20	0.0499	365.6	1.6308	0.0467	365.2	1.6255	0.0439	364.8	1.6204	0.0413	364.5	1.6155	20
25	0.0510	369.9	1.6455	0.0477	369.6	1.6402	0.0449	369.2	1.6352	0.0423	368.9	1.6304	25
30	0.0520	374.3	1.6600	0.0488	374.0	1.6548	0.0458	373.6	1.6498	0.0432	373.3	1.6451	30
35	0.0531	378.7	1.6744	0.0498	378.4	1.6692	0.0468	378.1	1.6643	0.0442	377.7	1.6596	35
40	0.0542	383.1	1.6886	0.0508	382.8	1.6835	0.0478	382.5	1.6786	0.0451	382.2	1.6740	40
45	0.0552	387.5	1.7027	0.0518	387.3	1.6977	0.0487	387.0	1.6928	0.0460	386.7	1.6882	45
50	0.0562	392.0	1.7167	0.0528	391.8	1.7117	0.0497	391.5	1.7069	0.0469	391.2	1.7023	50
55	0.0573	396.5	1.7305	0.0537	396.3	1.7255	0.0506	396.0	1.7208	0.0478	395.8	1.7162	55
60	0.0583	401.1	1.7443	0.0547	400.8	1.7393	0.0515	400.6	1.7346	0.0487	400.3	1.7301	60
65	0.0593	405.6	1.7579	0.0557	405.4	1.7529	0.0524	405.2	1.7482	0.0495	404.9	1.7438	65
70	0.0603	410.2	1.7714	0.0566	410.0	1.7665	0.0533	409.8	1.7618	0.0504	409.5	1.7573	70
75	0.0613	414.9	1.7848	0.0576	414.6	1.7799	0.0542	414.4	1.7752	0.0513	414.2	1.7708	75
80	0.0623	419.5	1.7981	0.0585	419.3	1.7932	0.0551	419.1	1.7886	0.0521	418.9	1.7842	80
85	0.0633	424.2	1.8113	0.0595	424.0	1.8064	0.0560	423.8	1.8018	0.0530	423.6	1.7975	85
90	0.0643	428.9	1.8244	0.0604	428.8	1.8196	0.0569	428.6	1.8150	0.0538	428.4	1.8106	90
95	0.0653	433.7	1.8374	0.0614	433.5	1.8326	0.0578	433.3	1.8280	0.0547	433.1	1.8237	95
100	0.0663	438.5	1.8503	0.0623	438.3	1.8456	0.0587	438.1	1.8410	0.0555	438.0	1.8367	100
105	0.0673	443.3	1.8632	0.0632	443.2	1.8584	0.0596	443.0	1.8539	0.0564	442.8	1.8496	105
110	0.0683	448.2	1.8760	0.0641	448.0	1.8712	0.0605	447.9	1.8667	0.0572	447.7	1.8624	110
115	0.0692	453.1	1.8887	0.0651	452.9	1.8839	0.0614	452.8	1.8794	0.0580	452.6	1.8752	115
120	0.0702	458.0	1.9013	0.0660	457.9	1.8965	0.0622	457.7	1.8921	0.0589	457.5	1.8878	120
125	0.0712	463.0	1.9138	0.0669	462.8	1.9091	0.0631	462.7	1.9046	0.0597	462.5	1.9004	125
130	0.0722	468.0	1.9263	0.0678	467.8	1.9216	0.0640	467.7	1.9171	0.0605	467.5	1.9129	130
135	0.0731	473.0	1.9386	0.0687	472.8	1.9340	0.0648	472.7	1.9295	0.0613	472.6	1.9253	135
140	0.0741	478.0	1.9510	0.0696	477.9	1.9463	0.0657	477.8	1.9418	0.0622	477.6	1.9376	140

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	500			525			550			575			TEMP. °C
	(−4.86°C)			(−3.41°C)			(−2.01°C)			(−0.66°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0342)	(335.4)	(1.5357)	(0.0326)	(335.8)	(1.5355)	(0.0311)	(336.3)	(1.5353)	(0.0298)	(336.7)	(1.5350)	
0	0.0352	346.5	1.5485	0.0333	346.0	1.5436	0.0315	345.5	1.5387	0.0299	345.0	1.5341	0
5	0.0362	350.9	1.5645	0.0343	350.4	1.5597	0.0325	350.0	1.5550	0.0308	349.5	1.5504	5
10	0.0372	355.3	1.5802	0.0352	354.8	1.5755	0.0334	354.4	1.5709	0.0317	354.0	1.5665	10
15	0.0381	359.7	1.5956	0.0361	359.3	1.5910	0.0343	358.9	1.5865	0.0326	358.5	1.5822	15
20	0.0391	364.1	1.6108	0.0370	363.7	1.6062	0.0351	363.3	1.6018	0.0334	362.9	1.5976	20
25	0.0400	368.5	1.6257	0.0379	368.2	1.6213	0.0360	367.8	1.6170	0.0342	367.4	1.6128	25
30	0.0409	373.0	1.6405	0.0388	372.6	1.6361	0.0368	372.3	1.6319	0.0351	371.9	1.6278	30
35	0.0418	377.4	1.6551	0.0396	377.1	1.6508	0.0376	376.8	1.6466	0.0359	376.5	1.6426	35
40	0.0427	381.9	1.6695	0.0405	381.6	1.6652	0.0385	381.3	1.6611	0.0366	381.0	1.6571	40
45	0.0435	386.4	1.6838	0.0413	386.1	1.6796	0.0393	385.8	1.6755	0.0374	385.5	1.6716	45
50	0.0444	390.9	1.6979	0.0421	390.7	1.6937	0.0401	390.4	1.6897	0.0382	390.1	1.6858	50
55	0.0452	395.5	1.7119	0.0429	395.2	1.7077	0.0409	395.0	1.7038	0.0389	394.7	1.6999	55
60	0.0461	400.1	1.7258	0.0438	399.8	1.7216	0.0416	399.6	1.7177	0.0397	399.3	1.7139	60
65	0.0469	404.7	1.7395	0.0446	404.4	1.7354	0.0424	404.2	1.7315	0.0404	404.0	1.7277	65
70	0.0477	409.3	1.7531	0.0454	409.1	1.7490	0.0432	408.9	1.7451	0.0412	408.6	1.7414	70
75	0.0486	414.0	1.7666	0.0461	413.8	1.7626	0.0439	413.5	1.7587	0.0419	413.3	1.7550	75
80	0.0494	418.7	1.7800	0.0469	418.5	1.7760	0.0447	418.3	1.7722	0.0426	418.0	1.7685	80
85	0.0502	423.4	1.7933	0.0477	423.2	1.7893	0.0454	423.0	1.7855	0.0434	422.8	1.7818	85
90	0.0510	428.2	1.8065	0.0485	428.0	1.8025	0.0462	427.8	1.7987	0.0441	427.6	1.7951	90
95	0.0518	433.0	1.8196	0.0493	432.8	1.8156	0.0469	432.6	1.8119	0.0448	432.4	1.8082	95
100	0.0526	437.8	1.8326	0.0500	437.6	1.8287	0.0477	437.4	1.8249	0.0455	437.2	1.8213	100
105	0.0534	442.6	1.8455	0.0508	442.5	1.8416	0.0484	442.3	1.8379	0.0462	442.1	1.8343	105
110	0.0542	447.5	1.8583	0.0516	447.3	1.8544	0.0491	447.2	1.8507	0.0469	447.0	1.8471	110
115	0.0550	452.4	1.8711	0.0523	452.3	1.8672	0.0499	452.1	1.8635	0.0476	451.9	1.8599	115
120	0.0558	457.4	1.8838	0.0531	457.2	1.8799	0.0506	457.1	1.8762	0.0483	456.9	1.8726	120
125	0.0566	462.4	1.8963	0.0538	462.2	1.8925	0.0513	462.0	1.8888	0.0490	461.9	1.8853	125
130	0.0574	467.4	1.9088	0.0546	467.2	1.9050	0.0520	467.1	1.9013	0.0497	466.9	1.8978	130
135	0.0582	472.4	1.9213	0.0553	472.3	1.9174	0.0528	472.1	1.9138	0.0504	472.0	1.9103	135
140	0.0590	477.5	1.9336	0.0561	477.3	1.9298	0.0535	477.2	1.9262	0.0511	477.1	1.9227	140
145	0.0598	482.6	1.9459	0.0568	482.5	1.9421	0.0542	482.3	1.9385	0.0518	482.2	1.9350	145
150	0.0605	487.7	1.9581	0.0576	487.6	1.9543	0.0549	487.5	1.9507	0.0525	487.3	1.9472	150

Table 2 (continued)
DuPont™ ISCEON® MO79 (R-422A) Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg·K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	600			625			650			675			TEMP. °C
	(0.65°C)			(1.92°C)			(3.15°C)			(4.35°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0285)	(345.0)	(1.5317)	(0.0274)	(345.7)	(1.5315)	(0.0263)	(346.3)	(1.5313)	(0.0253)	(346.9)	(1.5311)	
5	0.0293	349.0	1.5460	0.0279	348.5	1.5417	0.0266	348.0	1.5374	0.0255	347.5	1.5333	5
10	0.0302	353.5	1.5621	0.0288	353.1	1.5579	0.0275	352.6	1.5538	0.0263	352.1	1.5498	10
15	0.0310	358.0	1.5780	0.0296	357.6	1.5739	0.0283	357.2	1.5699	0.0270	356.8	1.5660	15
20	0.0318	362.6	1.5935	0.0304	362.2	1.5895	0.0291	361.8	1.5856	0.0278	361.4	1.5818	20
25	0.0326	367.1	1.6088	0.0312	366.7	1.6048	0.0298	366.3	1.6010	0.0286	365.9	1.5973	25
30	0.0334	371.6	1.6238	0.0319	371.2	1.6200	0.0306	370.9	1.6162	0.0293	370.5	1.6126	30
35	0.0342	376.1	1.6386	0.0327	375.8	1.6349	0.0313	375.5	1.6312	0.0300	375.1	1.6276	35
40	0.0350	380.7	1.6533	0.0334	380.4	1.6496	0.0320	380.0	1.6459	0.0307	379.7	1.6424	40
45	0.0357	385.2	1.6678	0.0342	384.9	1.6641	0.0327	384.6	1.6605	0.0314	384.3	1.6570	45
50	0.0365	389.8	1.6821	0.0349	389.5	1.6784	0.0334	389.3	1.6749	0.0321	389.0	1.6715	50
55	0.0372	394.4	1.6962	0.0356	394.2	1.6926	0.0341	393.9	1.6891	0.0327	393.6	1.6857	55
60	0.0379	399.1	1.7102	0.0363	398.8	1.7066	0.0348	398.5	1.7032	0.0334	398.3	1.6999	60
65	0.0386	403.7	1.7241	0.0370	403.5	1.7205	0.0355	403.2	1.7171	0.0340	403.0	1.7138	65
70	0.0394	408.4	1.7378	0.0377	408.2	1.7343	0.0361	407.9	1.7309	0.0347	407.7	1.7277	70
75	0.0401	413.1	1.7514	0.0384	412.9	1.7479	0.0368	412.6	1.7446	0.0353	412.4	1.7414	75
80	0.0408	417.8	1.7649	0.0390	417.6	1.7615	0.0374	417.4	1.7581	0.0360	417.2	1.7549	80
85	0.0415	422.6	1.7783	0.0397	422.4	1.7749	0.0381	422.2	1.7716	0.0366	422.0	1.7684	85
90	0.0422	427.4	1.7916	0.0404	427.2	1.7882	0.0387	427.0	1.7849	0.0372	426.8	1.7817	90
95	0.0428	432.2	1.8047	0.0410	432.0	1.8014	0.0394	431.8	1.7981	0.0378	431.6	1.7950	95
100	0.0435	437.0	1.8178	0.0417	436.9	1.8145	0.0400	436.7	1.8112	0.0385	436.5	1.8081	100
105	0.0442	441.9	1.8308	0.0424	441.7	1.8275	0.0407	441.6	1.8242	0.0391	441.4	1.8211	105
110	0.0449	446.8	1.8437	0.0430	446.7	1.8404	0.0413	446.5	1.8372	0.0397	446.3	1.8341	110
115	0.0456	451.8	1.8565	0.0437	451.6	1.8532	0.0419	451.4	1.8500	0.0403	451.3	1.8469	115
120	0.0462	456.7	1.8692	0.0443	456.6	1.8659	0.0425	456.4	1.8628	0.0409	456.3	1.8597	120
125	0.0469	461.7	1.8819	0.0450	461.6	1.8786	0.0432	461.4	1.8754	0.0415	461.3	1.8724	125
130	0.0476	466.8	1.8944	0.0456	466.6	1.8911	0.0438	466.5	1.8880	0.0421	466.3	1.8850	130
135	0.0482	471.8	1.9069	0.0462	471.7	1.9036	0.0444	471.5	1.9005	0.0427	471.4	1.8975	135
140	0.0489	476.9	1.9193	0.0469	476.8	1.9160	0.0450	476.6	1.9129	0.0433	476.5	1.9099	140
145	0.0496	482.0	1.9316	0.0475	481.9	1.9284	0.0456	481.8	1.9253	0.0439	481.6	1.9223	145
150	0.0502	487.2	1.9439	0.0481	487.1	1.9406	0.0462	486.9	1.9375	0.0445	486.8	1.9345	150
155	0.0509	492.4	1.9560	0.0488	492.2	1.9528	0.0468	492.1	1.9497	0.0451	492.0	1.9467	155

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	700			725			750			775			TEMP. °C
	(5.51°C)			(6.64°C)			(7.74°C)			(8.82°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0244)	(347.5)	(1.5309)	(0.0236)	(348.0)	(1.5307)	(0.0228)	(348.5)	(1.5305)	(0.0220)	(349.1)	(1.5304)	
10	0.0251	351.7	1.5459	0.0241	351.2	1.5420	0.0231	350.68	1.5381	0.0222	350.2	1.5344	10
15	0.0259	356.3	1.5621	0.0248	355.9	1.5584	0.0238	355.4	1.5547	0.0229	354.9	1.5510	15
20	0.0267	360.9	1.5780	0.0256	360.5	1.5744	0.0246	360.1	1.5708	0.0236	359.7	1.5673	20
25	0.0274	365.6	1.5937	0.0263	365.2	1.5901	0.0253	364.8	1.5866	0.0243	364.4	1.5832	25
30	0.0281	370.2	1.6090	0.0270	369.8	1.6055	0.0260	369.4	1.6021	0.0250	369.1	1.5988	30
35	0.0288	374.8	1.6241	0.0277	374.4	1.6207	0.0266	374.1	1.6174	0.0256	373.7	1.6141	35
40	0.0295	379.4	1.6390	0.0283	379.1	1.6357	0.0273	378.8	1.6324	0.0263	378.4	1.6292	40
45	0.0301	384.0	1.6537	0.0290	383.7	1.6504	0.0279	383.4	1.6472	0.0269	383.1	1.6440	45
50	0.0308	388.7	1.6682	0.0296	388.4	1.6649	0.0285	388.1	1.6618	0.0275	387.8	1.6587	50
55	0.0315	393.3	1.6825	0.0303	393.1	1.6793	0.0292	392.8	1.6762	0.0281	392.5	1.6731	55
60	0.0321	398.0	1.6966	0.0309	397.8	1.6935	0.0298	397.5	1.6904	0.0287	397.2	1.6874	60
65	0.0327	402.7	1.7106	0.0315	402.5	1.7075	0.0304	402.2	1.7045	0.0293	402.0	1.7015	65
70	0.0334	407.4	1.7245	0.0321	407.2	1.7214	0.0310	407.0	1.7184	0.0299	406.7	1.7155	70
75	0.0340	412.2	1.7382	0.0327	412.0	1.7352	0.0315	411.7	1.7322	0.0304	411.5	1.7293	75
80	0.0346	417.0	1.7518	0.0333	416.7	1.7488	0.0321	416.5	1.7458	0.0310	416.3	1.7430	80
85	0.0352	421.8	1.7653	0.0339	421.5	1.7623	0.0327	421.3	1.7594	0.0316	421.1	1.7565	85
90	0.0358	426.6	1.7787	0.0345	426.4	1.7757	0.0333	426.2	1.7728	0.0321	426.0	1.7700	90
95	0.0364	431.4	1.7919	0.0351	431.2	1.7890	0.0338	431.0	1.7861	0.0327	430.8	1.7833	95
100	0.0370	436.3	1.8051	0.0357	436.1	1.8021	0.0344	435.9	1.7993	0.0332	435.7	1.7965	100
105	0.0376	441.2	1.8181	0.0362	441.0	1.8152	0.0350	440.8	1.8124	0.0338	440.7	1.8096	105
110	0.0382	446.1	1.8311	0.0368	446.0	1.8282	0.0355	445.8	1.8254	0.0343	445.6	1.8226	110
115	0.0388	451.1	1.8440	0.0374	450.9	1.8411	0.0361	450.8	1.8383	0.0349	450.6	1.8355	115
120	0.0394	456.1	1.8567	0.0380	455.9	1.8539	0.0366	455.8	1.8511	0.0354	455.6	1.8484	120
125	0.0400	461.1	1.8694	0.0385	461.0	1.8666	0.0372	460.8	1.8638	0.0359	460.6	1.8611	125
130	0.0405	466.2	1.8820	0.0391	466.0	1.8792	0.0377	465.9	1.8764	0.0365	465.7	1.8737	130
135	0.0411	471.2	1.8945	0.0396	471.1	1.8917	0.0383	470.9	1.8890	0.0370	470.8	1.8863	135
140	0.0417	476.4	1.9070	0.0402	476.2	1.9042	0.0388	476.1	1.9014	0.0375	475.9	1.8988	140
145	0.0423	481.5	1.9194	0.0408	481.4	1.9165	0.0393	481.2	1.9138	0.0380	481.1	1.9112	145
150	0.0428	486.7	1.9316	0.0413	486.5	1.9288	0.0399	486.4	1.9261	0.0386	486.3	1.9235	150
155	0.0434	491.9	1.9439	0.0419	491.7	1.9411	0.0404	491.6	1.9383	0.0391	491.5	1.9357	155
160	0.0440	497.1	1.9560	0.0424	497.0	1.9532	0.0410	496.8	1.9505	0.0396	496.7	1.9479	160

Table 2 (continued)
DuPont™ ISCEON® MO79 (R-422A) Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	800			850			900			950			TEMP. °C
	(9.87°C)			(11.90°C)			(13.84°C)			(15.71°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0213)	(349.5)	(1.5302)	(0.0200)	(350.5)	(1.5299)	(0.0188)	(351.4)	(1.5296)	(0.0178)	(352.2)	(1.5292)	
10	0.0213	349.7	1.5306	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10
15	0.0220	354.5	1.5475	0.0204	353.5	1.5404	0.0190	352.5	1.5335	—	—	—	15
20	0.0227	359.2	1.5638	0.0211	358.3	1.5571	0.0197	357.4	1.5505	0.0184	356.5	1.5440	20
25	0.0234	364.0	1.5799	0.0218	363.1	1.5733	0.0203	362.3	1.5669	0.0190	361.4	1.5607	25
30	0.0241	368.7	1.5955	0.0224	367.9	1.5892	0.0209	367.1	1.5830	0.0196	366.3	1.5770	30
35	0.0247	373.4	1.6109	0.0230	372.7	1.6047	0.0215	371.9	1.5987	0.0202	371.2	1.5929	35
40	0.0253	378.1	1.6261	0.0236	377.4	1.6200	0.0221	376.7	1.6142	0.0207	376.0	1.6085	40
45	0.0259	382.8	1.6410	0.0242	382.2	1.6350	0.0227	381.5	1.6293	0.0213	380.9	1.6238	45
50	0.0265	387.5	1.6557	0.0248	386.9	1.6499	0.0232	386.3	1.6443	0.0218	385.7	1.6389	50
55	0.0271	392.2	1.6702	0.0254	391.7	1.6644	0.0238	391.1	1.6589	0.0223	390.5	1.6537	55
60	0.0277	397.0	1.6845	0.0259	396.4	1.6788	0.0243	395.9	1.6734	0.0229	395.3	1.6682	60
65	0.0283	401.7	1.6986	0.0265	401.2	1.6931	0.0248	400.7	1.6877	0.0234	400.2	1.6826	65
70	0.0289	406.5	1.7126	0.0270	406.0	1.7071	0.0253	405.5	1.7019	0.0239	405.0	1.6968	70
75	0.0294	411.3	1.7265	0.0275	410.8	1.7211	0.0259	410.3	1.7159	0.0244	409.9	1.7109	75
80	0.0300	416.1	1.7402	0.0281	415.6	1.7348	0.0264	415.2	1.7297	0.0248	414.7	1.7248	80
85	0.0305	420.9	1.7538	0.0286	420.5	1.7485	0.0269	420.0	1.7434	0.0253	419.6	1.7385	85
90	0.0311	425.8	1.7672	0.0291	425.4	1.7620	0.0274	424.9	1.7569	0.0258	424.5	1.7521	90
95	0.0316	430.6	1.7806	0.0296	430.2	1.7754	0.0278	429.8	1.7704	0.0263	429.4	1.7656	95
100	0.0321	435.5	1.7938	0.0301	435.2	1.7886	0.0283	434.8	1.7837	0.0267	434.4	1.7790	100
105	0.0327	440.5	1.8069	0.0306	440.1	1.8018	0.0288	439.7	1.7969	0.0272	439.4	1.7922	105
110	0.0332	445.4	1.8200	0.0311	445.1	1.8149	0.0293	444.7	1.8100	0.0276	444.4	1.8053	110
115	0.0337	450.4	1.8329	0.0316	450.1	1.8278	0.0298	449.7	1.8230	0.0281	449.4	1.8184	115
120	0.0342	455.4	1.8457	0.0321	455.1	1.8407	0.0302	454.8	1.8359	0.0285	454.4	1.8313	120
125	0.0348	460.5	1.8585	0.0326	460.2	1.8535	0.0307	459.8	1.8487	0.0290	459.5	1.8441	125
130	0.0353	465.5	1.8711	0.0331	465.2	1.8661	0.0312	464.9	1.8614	0.0294	464.6	1.8569	130
135	0.0358	470.6	1.8837	0.0336	470.3	1.8787	0.0316	470.1	1.8740	0.0299	469.7	1.8695	135
140	0.0363	475.8	1.8962	0.0341	475.5	1.8912	0.0321	475.2	1.8865	0.0303	474.9	1.8821	140
145	0.0368	480.9	1.9086	0.0345	480.7	1.9037	0.0325	480.4	1.8990	0.0308	480.1	1.8945	145
150	0.0373	486.1	1.9209	0.0350	485.8	1.9160	0.0330	485.6	1.9113	0.0312	485.3	1.9069	150
155	0.0378	491.3	1.9332	0.0355	491.1	1.9283	0.0335	490.8	1.9236	0.0316	490.5	1.9192	155
160	0.0383	496.6	1.9453	0.0360	496.3	1.9405	0.0339	496.1	1.9358	0.0321	495.8	1.9314	160

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	1000			1100			1200			1300			TEMP. °C
	(17.5°C)			(20.89°C)			(24.06°C)			(27.04°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0168)	(353.0)	(1.529)	(0.0152)	(354.4)	(1.5282)	(0.0138)	(355.6)	(1.5275)	(0.0127)	(356.7)	(1.5267)	
20	0.0172	355.5	1.5376	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
25	0.0178	360.5	1.5546	0.0157	358.6	1.5427	0.0139	356.6	1.5309	—	—	—	25
30	0.0184	365.5	1.5711	0.0163	363.8	1.5597	0.0145	361.9	1.5486	0.0130	359.9	1.5375	30
35	0.0190	370.4	1.5873	0.0168	368.8	1.5763	0.0151	367.1	1.5656	0.0135	365.3	1.5552	35
40	0.0195	375.3	1.6030	0.0174	373.8	1.5924	0.0156	372.3	1.5822	0.0140	370.6	1.5723	40
45	0.0200	380.2	1.6185	0.0179	378.8	1.6082	0.0161	377.4	1.5983	0.0145	375.9	1.5888	45
50	0.0206	385.1	1.6336	0.0184	383.8	1.6236	0.0165	382.4	1.6141	0.0150	381.0	1.6049	50
55	0.0211	389.9	1.6485	0.0189	388.7	1.6388	0.0170	387.4	1.6295	0.0154	386.1	1.6206	55
60	0.0216	394.8	1.6632	0.0193	393.6	1.6537	0.0174	392.4	1.6446	0.0158	391.2	1.6360	60
65	0.0221	399.6	1.6777	0.0198	398.5	1.6683	0.0179	397.4	1.6595	0.0163	396.3	1.6510	65
70	0.0225	404.5	1.6920	0.0202	403.5	1.6828	0.0183	402.4	1.6741	0.0167	401.3	1.6658	70
75	0.0230	409.4	1.7061	0.0207	408.4	1.6970	0.0187	407.4	1.6885	0.0171	406.4	1.6804	75
80	0.0235	414.3	1.7201	0.0211	413.3	1.7111	0.0191	412.4	1.7027	0.0175	411.4	1.6948	80
85	0.0239	419.2	1.7339	0.0215	418.3	1.7250	0.0195	417.4	1.7168	0.0178	416.4	1.7090	85
90	0.0244	424.1	1.7475	0.0220	423.2	1.7388	0.0199	422.4	1.7306	0.0182	421.5	1.7230	90
95	0.0248	429.0	1.7610	0.0224	428.2	1.7524	0.0203	427.4	1.7444	0.0186	426.6	1.7368	95
100	0.0253	434.0	1.7744	0.0228	433.2	1.7659	0.0207	432.4	1.7580	0.0190	431.6	1.7505	100
105	0.0257	439.0	1.7877	0.0232	438.2	1.7793	0.0211	437.5	1.7714	0.0193	436.7	1.7640	105
110	0.0262	444.0	1.8009	0.0236	443.3	1.7925	0.0215	442.6	1.7847	0.0197	441.8	1.7774	110
115	0.0266	449.0	1.8140	0.0240	448.3	1.8056	0.0219	447.6	1.7979	0.0200	446.9	1.7907	115
120	0.0270	454.1	1.8269	0.0244	453.4	1.8187	0.0222	452.8	1.8110	0.0204	452.1	1.8039	120
125	0.0275	459.2	1.8398	0.0248	458.5	1.8316	0.0226	457.9	1.8240	0.0207	457.2	1.8169	125
130	0.0279	464.3	1.8525	0.0252	463.7	1.8444	0.0230	463.0	1.8369	0.0211	462.4	1.8298	130
135	0.0283	469.4	1.8652	0.0256	468.8	1.8571	0.0233	468.2	1.8496	0.0214	467.6	1.8426	135
140	0.0287	474.6	1.8778	0.0260	474.0	1.8697	0.0237	473.4	1.8623	0.0217	472.8	1.8554	140
145	0.0291	479.8	1.8903	0.0264	479.2	1.8823	0.0240	478.7	1.8749	0.0221	478.1	1.8680	145
150	0.0296	485.0	1.9027	0.0267	484.5	1.8947	0.0244	483.9	1.8874	0.0224	483.4	1.8805	150
155	0.0300	490.3	1.9150	0.0271	489.7	1.9071	0.0247	489.2	1.8998	0.0227	488.7	1.8930	155
160	0.0304	495.5	1.9272	0.0275	495.0	1.9194	0.0251	494.5	1.9121	0.0231	494.0	1.9053	160
165	0.0308	500.8	1.9394	0.0279	500.3	1.9316	0.0254	499.8	1.9243	0.0234	499.3	1.9176	165
170	0.0312	506.2	1.9515	0.0283	505.7	1.9437	0.0258	505.2	1.9365	0.0237	504.7	1.9298	170

Table 2 (continued)
DuPont™ ISCEON® MO79 (R-422A) Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg·K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	1400			1500			1600			1700			TEMP. °C
	(29.85°C)			(32.52°C)			(35.05°C)			(37.47°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0116)	(357.6)	(1.5258)	(0.0108)	(358.4)	(1.5248)	(0.0100)	(359.2)	(1.5238)	(0.0093)	(359.8)	(1.5227)	
30	0.0117	357.8	1.5263	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30
35	0.0122	363.4	1.5448	0.0110	361.4	1.5343	—	—	—	—	—	—	35
40	0.0127	368.9	1.5625	0.0115	367.1	1.5527	0.0105	365.1	1.5429	0.0095	362.9	1.5328	40
45	0.0132	374.3	1.5795	0.0120	372.6	1.5703	0.0110	370.9	1.5612	0.0100	369.0	1.5519	45
50	0.0136	379.6	1.5960	0.0124	378.1	1.5872	0.0114	376.5	1.5786	0.0105	374.8	1.5700	50
55	0.0141	384.8	1.6120	0.0129	383.4	1.6036	0.0118	381.9	1.5954	0.0109	380.4	1.5873	55
60	0.0145	390.0	1.6276	0.0133	388.7	1.6196	0.0122	387.3	1.6117	0.0113	385.9	1.6040	60
65	0.0149	395.1	1.6429	0.0137	393.9	1.6351	0.0126	392.6	1.6276	0.0117	391.3	1.6201	65
70	0.0153	400.2	1.6580	0.0140	399.1	1.6504	0.0130	397.9	1.6430	0.0120	396.7	1.6359	70
75	0.0157	405.3	1.6727	0.0144	404.2	1.6653	0.0133	403.1	1.6582	0.0124	402.0	1.6513	75
80	0.0160	410.4	1.6872	0.0148	409.4	1.6800	0.0137	408.4	1.6731	0.0127	407.3	1.6663	80
85	0.0164	415.5	1.7016	0.0151	414.5	1.6945	0.0140	413.6	1.6877	0.0130	412.6	1.6811	85
90	0.0167	420.6	1.7157	0.0155	419.7	1.7087	0.0143	418.7	1.7021	0.0134	417.8	1.6956	90
95	0.0171	425.7	1.7296	0.0158	424.8	1.7228	0.0147	423.9	1.7163	0.0137	423.0	1.7100	95
100	0.0174	430.8	1.7434	0.0161	430.0	1.7367	0.0150	429.1	1.7303	0.0140	428.3	1.7241	100
105	0.0178	435.9	1.7570	0.0165	435.1	1.7504	0.0153	434.3	1.7441	0.0143	433.5	1.7380	105
110	0.0181	441.1	1.7705	0.0168	440.3	1.7640	0.0156	439.5	1.7578	0.0146	438.7	1.7518	110
115	0.0185	446.2	1.7839	0.0171	445.5	1.7774	0.0159	444.7	1.7713	0.0149	444.0	1.7654	115
120	0.0188	451.4	1.7971	0.0174	450.7	1.7907	0.0162	450.0	1.7846	0.0151	449.2	1.7788	120
125	0.0191	456.6	1.8102	0.0177	455.9	1.8039	0.0165	455.2	1.7979	0.0154	454.5	1.7921	125
130	0.0194	461.8	1.8232	0.0180	461.1	1.8169	0.0168	460.5	1.8110	0.0157	459.8	1.8053	130
135	0.0198	467.0	1.8361	0.0183	466.4	1.8299	0.0171	465.7	1.8240	0.0160	465.1	1.8184	135
140	0.0201	472.2	1.8489	0.0186	471.6	1.8427	0.0174	471.0	1.8369	0.0163	470.4	1.8313	140
145	0.0204	477.5	1.8615	0.0189	476.9	1.8554	0.0177	476.3	1.8497	0.0165	475.7	1.8442	145
150	0.0207	482.8	1.8741	0.0192	482.2	1.8681	0.0179	481.7	1.8623	0.0168	481.1	1.8569	150
155	0.0210	488.1	1.8866	0.0195	487.6	1.8806	0.0182	487.0	1.8749	0.0171	486.5	1.8695	155
160	0.0213	493.4	1.8990	0.0198	492.9	1.8930	0.0185	492.4	1.8874	0.0173	491.8	1.8820	160
165	0.0216	498.8	1.9113	0.0201	498.3	1.9054	0.0188	497.8	1.8998	0.0176	497.3	1.8944	165
170	0.0219	504.2	1.9235	0.0204	503.7	1.9176	0.0190	503.2	1.9121	0.0178	502.7	1.9068	170
175	0.0222	509.6	1.9357	0.0207	509.1	1.9298	0.0193	508.6	1.9243	0.0181	508.1	1.9190	175
180	0.0225	515.0	1.9477	0.0210	514.6	1.9419	0.0196	514.1	1.9364	0.0184	513.6	1.9312	180

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	1800			1900			2000			2200			TEMP. °C
	(39.78°C)			(42.00°C)			(44.13°C)			(48.16)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0087)	(360.3)	(1.5214)	(0.0081)	(360.7)	(1.5201)	(0.0078)	(361.0)	(1.5186)	(0.0067)	(361.4)	(1.5153)	
40	0.0087	360.6	1.5224	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40
45	0.0092	366.9	1.5425	0.0084	364.7	1.5328	0.0077	362.3	1.5225	—	—	—	45
50	0.0096	373.0	1.5614	0.0089	371.1	1.5526	0.0082	369.0	1.5435	0.0069	364.2	1.5241	50
55	0.0101	378.8	1.5792	0.0093	377.1	1.5711	0.0086	375.3	1.5629	0.0074	371.3	1.5458	55
60	0.0104	384.5	1.5963	0.0097	382.9	1.5887	0.0090	381.3	1.5811	0.0078	377.8	1.5656	60
65	0.0108	390.0	1.6128	0.0101	388.6	1.6056	0.0094	387.2	1.5985	0.0082	384.0	1.5841	65
70	0.0112	395.5	1.6289	0.0104	394.2	1.6220	0.0097	392.8	1.6152	0.0085	390.0	1.6017	70
75	0.0115	400.9	1.6445	0.0107	399.7	1.6379	0.0100	398.4	1.6314	0.0088	395.9	1.6185	75
80	0.0118	406.2	1.6598	0.0111	405.1	1.6534	0.0104	404.0	1.6471	0.0091	401.6	1.6348	80
85	0.0122	411.5	1.6747	0.0114	410.5	1.6685	0.0107	409.4	1.6625	0.0094	407.2	1.6507	85
90	0.0125	416.8	1.6894	0.0117	415.8	1.6834	0.0110	414.8	1.6775	0.0097	412.8	1.6661	90
95	0.0128	422.1	1.7039	0.0120	421.2	1.6980	0.0113	420.2	1.6923	0.0100	418.3	1.6812	95
100	0.0131	427.4	1.7181	0.0123	426.5	1.7124	0.0115	425.6	1.7068	0.0103	423.8	1.6960	100
105	0.0134	432.7	1.7322	0.0125	431.8	1.7265	0.0118	431.0	1.7210	0.0105	429.2	1.7105	105
110	0.0136	437.9	1.7460	0.0128	437.1	1.7405	0.0121	436.3	1.7351	0.0108	434.7	1.7248	110
115	0.0139	443.2	1.7597	0.0131	442.5	1.7543	0.0123	441.7	1.7490	0.0110	440.1	1.7389	115
120	0.0142	448.5	1.7733	0.0134	447.8	1.7679	0.0126	447.0	1.7627	0.0113	445.5	1.7528	120
125	0.0145	453.8	1.7866	0.0136	453.1	1.7813	0.0128	452.4	1.7762	0.0115	451.0	1.7665	125
130	0.0147	459.1	1.7999	0.0139	458.4	1.7947	0.0131	457.8	1.7896	0.0117	456.4	1.7800	130
135	0.0150	464.4	1.8130	0.0141	463.8	1.8079	0.0133	463.1	1.8029	0.0120	461.8	1.7934	135
140	0.0153	469.8	1.8260	0.0144	469.2	1.8209	0.0136	468.5	1.8160	0.0122	467.2	1.8067	140
145	0.0155	475.1	1.8389	0.0146	474.5	1.8338	0.0138	473.9	1.8290	0.0124	472.7	1.8198	145
150	0.0158	480.5	1.8517	0.0149	479.9	1.8467	0.0141	479.3	1.8419	0.0126	478.2	1.8328	150
155	0.0160	485.9	1.8643	0.0151	485.3	1.8594	0.0143	484.8	1.8546	0.0129	483.6	1.8456	155
160	0.0163	491.3	1.8769	0.0154	490.8	1.8720	0.0145	490.2	1.8673	0.0131	489.1	1.8584	160
165	0.0165	496.7	1.8893	0.0156	496.2	1.8845	0.0148	495.7	1.8798	0.0133	494.6	1.8710	165
170	0.0168	502.2	1.9017	0.0158	501.7	1.8969	0.0150	501.2	1.8923	0.0135	500.1	1.8835	170
175	0.0170	507.7	1.9140	0.0161	507.2	1.9092	0.0152	506.7	1.9046	0.0137	505.7	1.8959	175
180	0.0173	513.1	1.9262	0.0163	512.7	1.9214	0.0154	512.2	1.9169	0.0139	511.2	1.9083	180
185	0.0175	518.7	1.9383	0.0165	518.2	1.9336	0.0157	517.7	1.9290	0.0141	516.8	1.9205	185
190	0.0178	524.2	1.9503	0.0168	523.7	1.9456	0.0159	523.3	1.9411	0.0143	522.4	1.9326	190

Table 2 (continued)
DuPont™ ISCEON® MO79 (R-422A) Superheated Vapour—Constant Pressure Tables

V = Volume in m³/kg H = Enthalpy in kJ/kg S = Entropy in kJ/kg-K (Saturation Properties in parentheses)

ABSOLUTE PRESSURE, kPa													
TEMP. °C	2400			2600			2800			3000			TEMP. °C
	(51.91°C)			(55.42°C)			(58.71°C)			(61.82°C)			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0059)	(361.4)	(1.5114)	(0.0053)	(361.0)	(1.5067)	(0.0047)	(360.0)	(1.5009)	(0.0041)	(358.5)	(1.4938)	
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50
55	0.0063	366.5	1.5270	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55
60	0.0067	373.9	1.5493	0.0058	369.1	1.5313	0.0048	362.9	1.5095	—	—	—	60
65	0.0071	380.6	1.5694	0.0062	376.7	1.5539	0.0054	372.0	1.5368	0.0046	366.2	1.5165	65
70	0.0075	387.0	1.5881	0.0066	383.6	1.5742	0.0058	379.8	1.5595	0.0050	375.3	1.5434	70
75	0.0078	393.1	1.6058	0.0069	390.1	1.5930	0.0061	386.8	1.5798	0.0054	383.1	1.5660	75
80	0.0081	399.0	1.6228	0.0072	396.3	1.6108	0.0065	393.4	1.5987	0.0058	390.2	1.5862	80
85	0.0084	404.9	1.6392	0.0075	402.4	1.6278	0.0067	399.8	1.6165	0.0061	396.9	1.6050	85
90	0.0087	410.6	1.6550	0.0078	408.3	1.6442	0.0070	405.9	1.6335	0.0063	403.4	1.6228	90
95	0.0090	416.2	1.6705	0.0081	414.1	1.6601	0.0073	411.9	1.6499	0.0066	409.6	1.6398	95
100	0.0092	421.9	1.6856	0.0083	419.9	1.6756	0.0075	417.8	1.6659	0.0069	415.6	1.6562	100
105	0.0095	427.4	1.7005	0.0086	425.6	1.6908	0.0078	423.6	1.6813	0.0071	421.6	1.6721	105
110	0.0097	433.0	1.7150	0.0088	431.2	1.7056	0.0080	429.4	1.6965	0.0073	427.5	1.6876	110
115	0.0099	438.5	1.7293	0.0090	436.8	1.7201	0.0082	435.1	1.7113	0.0075	433.3	1.7027	115
120	0.0102	444.0	1.7434	0.0092	442.4	1.7344	0.0084	440.8	1.7258	0.0077	439.1	1.7175	120
125	0.0104	449.5	1.7573	0.0095	448.0	1.7485	0.0086	446.4	1.7401	0.0079	444.8	1.7320	125
130	0.0106	455.0	1.7710	0.0097	453.5	1.7624	0.0088	452.1	1.7542	0.0081	450.6	1.7462	130
135	0.0108	460.5	1.7845	0.0099	459.1	1.7761	0.0090	457.7	1.7680	0.0083	456.2	1.7603	135
140	0.0111	465.9	1.7979	0.0101	464.6	1.7896	0.0092	463.3	1.7817	0.0085	461.9	1.7741	140
145	0.0113	471.4	1.8111	0.0103	470.2	1.8030	0.0094	468.9	1.7952	0.0087	467.6	1.7877	145
150	0.0115	477.0	1.8242	0.0105	475.7	1.8162	0.0096	474.5	1.8085	0.0089	473.3	1.8012	150
155	0.0117	482.5	1.8372	0.0107	481.3	1.8292	0.0098	480.1	1.8217	0.0091	478.9	1.8145	155
160	0.0119	488.0	1.8500	0.0109	486.9	1.8422	0.0100	485.7	1.8347	0.0092	484.6	1.8276	160
165	0.0121	493.5	1.8627	0.0111	492.4	1.8550	0.0102	491.3	1.8476	0.0094	490.2	1.8406	165
170	0.0123	499.1	1.8754	0.0112	498.0	1.8677	0.0104	497.0	1.8604	0.0096	495.9	1.8535	170
175	0.0125	504.7	1.8879	0.0114	503.6	1.8803	0.0105	502.6	1.8731	0.0097	501.6	1.8663	175
180	0.0127	510.2	1.9002	0.0116	509.3	1.8927	0.0107	508.3	1.8856	0.0099	507.3	1.8789	180
185	0.0129	515.8	1.9125	0.0118	514.9	1.9051	0.0109	513.9	1.8981	0.0101	513.0	1.8914	185
190	0.0131	521.5	1.9247	0.0120	520.5	1.9174	0.0110	519.6	1.9104	0.0102	518.7	1.9038	190
195	0.0132	527.1	1.9369	0.0121	526.2	1.9295	0.0112	525.3	1.9226	0.0104	524.4	1.9161	195
200	0.0134	532.8	1.9489	0.0123	531.9	1.9416	0.0114	531.0	1.9348	0.0106	530.1	1.9283	200

ABSOLUTE PRESSURE, kPa

TEMP. °C	3200			3400									TEMP. °C
	(64.74°C)			(67.49°C)			()			()			
	V	H	S	V	H	S	V	H	S	V	H	S	
	(0.0036)	(356.1)	(1.4843)	(0.0031)	(352.2)	(1.4708)	()	()	()	()	()	()	
65	0.0037	357.1	1.4872	—	—	—							65
70	0.0043	369.9	1.5248	0.0036	362.3	1.5004							70
75	0.0048	378.9	1.5510	0.0042	373.9	1.5340							75
80	0.0051	386.7	1.5732	0.0046	382.8	1.5593							80
85	0.0055	393.9	1.5933	0.0049	390.6	1.5812							85
90	0.0057	400.6	1.6120	0.0052	397.7	1.6010							90
95	0.0060	407.1	1.6297	0.0055	404.5	1.6196							95
100	0.0063	413.4	1.6467	0.0057	411.0	1.6372							100
105	0.0065	419.5	1.6630	0.0060	417.4	1.6540							105
110	0.0067	425.6	1.6789	0.0062	423.6	1.6703							110
115	0.0069	431.5	1.6943	0.0064	429.6	1.6860							115
120	0.0071	437.4	1.7094	0.0066	435.6	1.7014							120
125	0.0073	443.2	1.7241	0.0068	441.6	1.7164							125
130	0.0075	449.0	1.7386	0.0070	447.5	1.7311							130
135	0.0077	454.8	1.7528	0.0071	453.3	1.7455							135
140	0.0079	460.5	1.7668	0.0073	459.1	1.7597							140
145	0.0081	466.3	1.7806	0.0075	464.9	1.7736							145
150	0.0082	472.0	1.7942	0.0077	470.7	1.7874							150
155	0.0084	477.7	1.8076	0.0078	476.5	1.8009							155
160	0.0086	483.4	1.8208	0.0080	482.2	1.8143							160
165	0.0087	489.1	1.8339	0.0082	488.0	1.8275							165
170	0.0089	494.8	1.8469	0.0083	493.7	1.8406							170
175	0.0091	500.5	1.8597	0.0085	499.5	1.8535							175
180	0.0092	506.3	1.8724	0.0086	505.3	1.8663							180
185	0.0094	512.0	1.8850	0.0088	511.0	1.8789							185
190	0.0095	517.7	1.8975	0.0089	516.8	1.8915							190
195	0.0097	523.5	1.9098	0.0091	522.6	1.9039							195
200	0.0098	529.3	1.9221	0.0092	528.4	1.9162							200
205	0.0100	535.0	1.9342	0.0093	534.2	1.9284							205
210	0.0101	540.8	1.9463	0.0095	540.0	1.9405							210
215	0.0103	546.7	1.9583	0.0096	545.8	1.9525							215



The MSDS format adheres to the standards and regulatory requirements of the United States and may not meet regulatory requirements in other countries.

DuPont
Material Safety Data Sheet

Page 1

DuPont(TM) ISCEON(R) MO79
6208FR Revised 18-DEC-2006

CHEMICAL PRODUCT/COMPANY IDENTIFICATION

Material Identification

Molecular Weight : 114

Tradenames and Synonyms

ISCEON(R)
R-422A

Company Identification

MANUFACTURER/DISTRIBUTOR
DuPont Fluoroproducts
1007 Market Street
Wilmington, DE 19898

PHONE NUMBERS

Product Information : 1-800-441-7515 (outside the U.S.
302-774-1000)
Transport Emergency : CHEMTREC 1-800-424-9300(outside U.S.
703-527-3887)
Medical Emergency : 1-800-441-3637 (outside the U.S.
302-774-1000)

COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Components

Material	CAS Number	%
1,1,1,2-Tetrafluoroethane	811-97-2	11.5
Pentafluoroethane	354-33-6	85.1
Isobutane	75-28-5	3.4

HAZARDS IDENTIFICATION

Potential Health Effects

Gross overexposure by inhalation may cause central nervous system depression with dizziness, confusion, incoordination, drowsiness or unconsciousness; irregular heart beat with a strange sensation in the chest, "heart thumping", apprehension, lightheadedness, feeling of fainting, dizziness, weakness, sometimes progressing to loss of consciousness and death; and suffocation, if air is displaced by vapors.

Skin contact with liquid or escaping vapor may cause

(HAZARDS IDENTIFICATION - Continued)

frostbite. Significant skin permeation, and systemic toxicity, after contact appears unlikely. There are no reports of human sensitization.

"Frostbite-like" effects may occur if liquid or escaping vapors contact the eyes.

Increased susceptibility to the effects of overexposure to this product may be observed in persons with pre-existing disease of the central nervous system or cardiovascular system.

Carcinogenicity Information

None of the components present in this material at concentrations equal to or greater than 0.1% are listed by IARC, NTP, OSHA or ACGIH as a carcinogen.

FIRST AID MEASURES

First Aid

INHALATION

If inhaled, immediately remove to fresh air. Keep person calm. If not breathing, give artificial respiration. If breathing is difficult, give oxygen. Call a physician.

SKIN CONTACT

Flush area with lukewarm water. Do not use hot water. If frostbite has occurred, call a physician.

EYE CONTACT

In case of contact, immediately flush eyes with plenty of water for at least 15 minutes. Call a physician.

INGESTION

Ingestion is not considered a potential route of exposure.

Notes to Physicians

Because of possible disturbances of cardiac rhythm, catecholamine drugs, such as epinephrine, should only be used with special caution in situations of emergency life support.

FIRE FIGHTING MEASURES

Flammable Properties

Flash Point,: ,No Flash point

Flammable Limits in Air, % by Volume:

LEL,,:None per ASTM E681-98

UEL,,:None per ASTM E681-98

Autoignition,:Not determined

Fire and Explosion Hazards:

Cylinders may rupture under fire conditions. Decomposition may occur.

Contact of welding or soldering torch flame with high concentrations of refrigerant can result in visible changes in the size and color of torch flames. This flame effect will only occur in concentrations of product well above the recommended exposure limit, therefore stop all work and ventilate to disperse refrigerant vapors from the work area before using any open flames.

This product is not flammable in air at temperatures up to 100 deg. C (212 deg. F) at atmospheric pressure. However, mixtures of this product with high concentrations of air at elevated pressure and/or temperature can become combustible in the presence of an ignition source. This product can also become combustible in an oxygen enriched environment (oxygen concentrations greater than that in air). Whether a mixture containing this product and air, or this product in an oxygen enriched atmosphere becomes combustible depends on the inter-relationship of 1) the temperature 2) the pressure, and 3) the proportion of oxygen in the mixture. In general, this product should not be allowed to exist with air above atmospheric pressure or at high temperatures, or in an oxygen-enriched environment. For example: This product should NOT be mixed with air under pressure for leak testing or other purposes.

Experimental data have also been reported which indicate combustibility of HFC-134a, a component in this blend, in the presence of chlorine.

Extinguishing Media

Use media appropriate for surrounding material.

Fire Fighting Instructions

Cool cylinders with water spray or fog. Self-contained breathing apparatus (SCBA) is required if cylinders rupture and contents are released under fire conditions. Water runoff should be contained and neutralized prior to release.

ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Safeguards (Personnel)

NOTE: Review FIRE FIGHTING MEASURES and HANDLING (PERSONNEL) sections before proceeding with clean-up. Use appropriate PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT during clean-up.

Initial Containment

Prevent material from entering sewers, waterways, or low areas.

Spill Clean Up

Recover free liquid for reuse or reclamation.

Accidental Release Measures

Ventilate area using forced ventilation, especially in low or enclosed places where heavy vapors might collect. Remove open flames. Use self-contained breathing apparatus (SCBA) for large spills or releases.

HANDLING AND STORAGE

Handling (Personnel)

Avoid breathing vapor. Avoid liquid contact with eyes and skin. Use with sufficient ventilation to keep employee exposure below recommended limits. Contact with chlorine or other strong oxidizing agents should also be avoided. See Fire and Explosion Data section.

Handling (Physical Aspects)

Keep container tightly closed.

Storage

Store in a cool, dry place.

Store below 52 C (125 F).

EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

Engineering Controls

Avoid breathing vapors. Avoid contact with skin or eyes. Use with sufficient ventilation to keep employee exposure below the recommended exposure limit. Local exhaust should be used if large amounts are released. Mechanical ventilation should be used in low or enclosed places.

(EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION - Continued)

Refrigerant concentration monitors may be necessary to determine vapor concentrations in work areas prior to use of torches or other open flames, or if employees are entering enclosed areas.

Personal Protective Equipment

Impervious gloves should be used to avoid prolonged or repeated exposure. Chemical splash goggles should be available for use as needed to prevent eye contact. Under normal manufacturing conditions, no respiratory protection is required when using this product. Self-contained breathing apparatus (SCBA) is required if a large release occurs.

Exposure Guidelines

Applicable Exposure Limits

1,1,1,2-Tetrafluoroethane

PEL (OSHA)	: None Established
TLV (ACGIH)	: None Established
AEL * (DuPont)	: 1000 ppm, 8 & 12 Hr. TWA
WEEL (AIHA)	: 1000 ppm, 8 Hr. TWA

Pentafluoroethane

PEL (OSHA)	: None Established
TLV (ACGIH)	: None Established
AEL * (DuPont)	: 1000 ppm, 8 & 12 Hr. TWA
WEEL (AIHA)	: 1000 ppm, 4900 mg/m ³ , 8 Hr. TWA

Isobutane

TLV (ACGIH)	: 1000 ppm, 8 Hr. TWA
-------------	-----------------------

* AEL is DuPont's Acceptable Exposure Limit. Where governmentally imposed occupational exposure limits which are lower than the AEL are in effect, such limits shall take precedence.

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Physical Data

Boiling Point:	-52 F (-47 C) @ atmospheric pressure
Vapor Pressure:	185 psia @ 77 F (25 C)
Vapor Density:	4.0 (Air = 1) @ 77 F (25 C)
% Volatile:	100%
Solubility in Water:	~0.1 wt% @ 77 F (25 C)
pH:	Neutral
Odor:	Slight Ether-like
Form:	Liquified Gas
Color:	Colorless
Specific Gravity:	1.14 @ 77 F (25 C)
Density:	Liquid = 70.9 lbs/cu ft @ 77 F (25 C)

STABILITY AND REACTIVITY

Chemical Stability

Stable.

Incompatibility with Other Materials

Incompatible with alkali or alkaline earth metals - powdered Al, Zn, Be, etc.

Decomposition

Decomposition products are hazardous. This material can be decomposed by high temperatures (open flames, glowing metal surfaces, etc.) forming hydrofluoric acid and possibly carbonyl fluoride.

These materials are toxic and irritating. Contact should be avoided.

Polymerization

Polymerization will not occur.

TOXICOLOGICAL INFORMATION

Animal Data

1,1,1,2-Tetrafluoroethane (HFC-134a):

Inhalation 4 hour AL_C: 567,000 ppm in rats

A short duration spray of HFC-134a vapor produced very slight eye irritation. Animal testing indicates HFC-134a is a slight skin irritant, but not a skin sensitizer.

Single inhalation exposures caused lethargy, narcosis, increased respiratory difficulties, incoordination, tremors, lack of response to sound and salivation; following the cessation of treatment most animals returned to normal. Death occurred at very high concentrations (> 500,000 ppm) in some animals. Single exposure to near lethal doses caused pulmonary edema. Repeated exposure caused increased weight of the adrenals, liver and spleen, and decreased uterine and prostate weight. Repeated dosing of higher concentrations caused temporary tremors and incoordination. In other repeated exposure studies with rats exposed to concentrations of 49,500 ppm, and mice exposed up to 300,000 ppm, no significant differences were seen between exposed and control animals; in a different study mice exposed to concentrations up to 350,000 ppm there were mortalities, tremors and incoordination in the 350,000 ppm group. Head shaking and salivation occurred in dogs exposed to 150,000

(TOXICOLOGICAL INFORMATION - Continued)

ppm for 7 days; other parameters such as hematology, clinical chemical, body weight, and food consumption were unaffected. Testicular hormonal levels were affected in male rats and pituitary hormone changes occurred in female rats in a 2-week inhalation study but there were no other treatment-related changes. In a long-term inhalation study in rats and mice no treatment-related effects were seen. No signs of neurological disturbances were seen in an inhalation study to assess neurotoxicity in rats.

Cardiac sensitization, a potentially fatal disturbance of heart rhythm associated with a heightened sensitivity to the action of epinephrine, occurred in dogs at concentrations of 75,000 ppm and higher.

In a two-year inhalation study, HFC-134a, at a concentration of 50,000 ppm, produced an increase in late-occurring benign testicular tumors, testicular hyperplasia and testicular weight. The no-effect-level for this study was 10,000 ppm. Animal data show slight fetotoxicity but only at exposure levels producing other toxic effects in the adult animal. Reproductive data on male mice and male or female rats show no change in reproductive performance. Tests have shown that HFC-134a does not cause genetic damage in bacterial or mammalian cell cultures, or in animals. In animal testing testing, HFC-134a has not caused permanent genetic damage in reproductive cells of mammals (has not produced heritable genetic damage).

Pentafluoroethane:

Inhalation 4 hour, ALC, rat: > 709,000 ppm

This material has not been tested for eye irritation.

This material has not been tested for skin irritation or sensitization.

Single exposure to high doses by inhalation caused: Lethargy. Labored breathing. Weak cardiac sensitization, a potentially fatal disturbance of heart rhythm caused by a heightened sensitivity to the action of epinephrine. Lowest-Observed-Adverse-Effect-Level for cardiac sensitization: 100,000 ppm. Repeated exposure caused: No significant toxicological effects. No-Observed-Adverse-Effect-Level (NOAEL): 50,000 ppm

No animal data are available to define the following effects of this material: carcinogenicity, reproductive toxicity. In animal testing this material has not caused developmental toxicity. Tests have shown that this material does not cause genetic damage in bacterial or mammalian cell cultures, or in animals. This material has not been tested for its ability to cause permanent genetic damage in reproductive

(TOXICOLOGICAL INFORMATION - Continued)

cells of mammals (not tested for heritable genetic damage).

Isobutane:

Inhalation 15 minute LC50: 570,000 ppm in rats

The compound is untested for skin or eye irritancy, and for animal sensitization.

Inhalation: Exposure to large amounts caused central nervous system depression and anesthesia, constriction of upper airways and depression of the heart with lowered blood pressure.

No animal test reports are available to define carcinogenic, developmental, or reproductive hazards.

This material does not produce genetic damage in bacterial cell cultures but has not been tested in animals.

ECOLOGICAL INFORMATION

Ecotoxicological Information

Aquatic Toxicity:

1,1,1,2-Tetrafluoroethane:

48 hour LC50 - daphnia magna: 980 mg/L

96 hour LC50 - rainbow trout: 450 mg/L

DISPOSAL CONSIDERATIONS

Waste Disposal

Treatment, storage, transportation, and disposal must be in accordance with applicable Federal, State/Provincial, and Local regulations.

TRANSPORTATION INFORMATION

Shipping Information

DOT/IMO

Proper Shipping Name : Refrigerant Gas, N.O.S.
(1,1,1,2-Tetrafluoroethane and
Pentafluoroethane)

Hazard Class : 2.2
UN No. : 1078
Reportable quantity : No
Marine Pollutant : No

(TRANSPORTATION INFORMATION - Continued)

DOT/IMO Label : Nonflammable Gas

REGULATORY INFORMATION

U.S. Federal Regulations

TSCA Inventory Status : Listed.

TITLE III HAZARD CLASSIFICATIONS SECTIONS 311, 312

Acute : Yes
Chronic : Yes
Fire : No
Reactivity : No
Pressure : Yes

OTHER INFORMATION

NFPA, NPCA-HMIS

NPCA-HMIS Rating
Health : 1
Flammability : 0
Reactivity : 1

Personal Protection rating to be supplied by user depending on use conditions.

The data in this Material Safety Data Sheet relates only to the specific material designated herein and does not relate to use in combination with any other material or in any process.

Responsibility for MSDS : MSDS Coordinator
> : DuPont Fluoroproducts
Address : Wilmington, DE 19898
Telephone : (800) 441-7515

Indicates updated section.

This information is based upon technical information believed to be reliable. It is subject to revision as additional knowledge and experience is gained.

End of MSDS



ANEXO 4: CATÁLOGOS

Evaporadores

NK

6 kW 130 kW



FrigaBohn se reserva el derecho de aportar cualquier modificación sin aviso previo - Foto no contractual



FRIGA-BOHN



www.friga-bohn.com

Los evaporadores cúbicos ventilados de la gama NK se destinan a las aplicaciones industriales de refrigeración, conservación o congelación. Los 187 modelos básicos de la gama cubren un rango de potencia de 6 a 130 kW.

DESIGNACIÓN ...

NKH 3X6D B2 R

Evaporador

Tipo de aletas :

T : Gran superficie de intercambio
H : Aleta de alto rendimiento

Núm. ventiladores y Ø

4 = Ø 450 mm - **6** = Ø 630 mm - **8** = Ø 800 mm

Paso de aletas :

R = 4 mm

L/C = 6 mm

S = 9 mm

T = 12 mm

Módulo

Conexión motor

D : Triángulo - **Y** : Estrella

DESCRIPCIÓN ...

CARROCERÍA

- La carrocería, realizada en acero galvanizado con prelacado en color blanco es especialmente resistente a la corrosión y a los choques.
- La bandeja principal en acero galvanizado pintado está montada con bisagras para un fácil mantenimiento.
- En aplicación con desescarche, una bandeja interior en aluminio limita los efectos de la condensación debajo de la bandeja principal.
- Los paneles laterales permiten un acceso fácil a las conexiones eléctricas y frigoríficas.
- Los NK se entregan en posición de montaje en cajas reforzadas.

INTERCAMBIADOR ADAPTADO A LA APLICACION

- Las baterías con aletas de la gama NK se han concebido a partir de aletas de aluminio de paso 4 - 6 - 9 o 12 mm, expansionadas en tubos de cobre.
- Dos tipos de aletas están disponibles según la aplicación :
- Aletas tipo H de gran rendimiento para una selección económica. Este tipo de aletas se adapta especialmente al almacenamiento de los productos embalados, o para aquellos en los que la higrometría de la cámara tiene poca importancia.
La baja masa del intercambiador permite por otro lado un desescarche rápido.
- Aletas tipo T de gran superficie de intercambio. Este tipo de aletas, gracias a una elevada temperatura de superficie, limita la deshidratación de los productos. Permite igualmente un ahorro de energía al limitar el número de desescarches diarios.
- La alimentación de las baterías se efectúa a partir del (de los) distribuidor(es) con restrictor optimizado(s) R404A.
- Para otros fluidos frigorígenos, consultarnos y especificarlo en el pedido.

VENTILACION

- De marca Ziehl-Abegg, de rotor externo, los motoventiladores están equipados de rejillas de protección conformes a la norma NF E51.190.
- Su montaje externo permite un acceso especialmente fácil para una posible intervención.
- 3 tipos de motoventiladores equipan la gama NK :
- Ø 450 mm 4/6 Polos (1500/1000 r/min).
- Ø 630 mm 4/6 Polos (1500/1000 r/min).
- Ø 800 mm 6/8 Polos (1000/750 r/min).
- Los motores son de tipo trifásico, 400 V, 50 Hz, IP54, clase F.
- Las distintas combinaciones número/diámetro de ventiladores permiten seleccionar el evaporador, cuyas dimensiones y proyección de aire corresponden mejor al tamaño de la cámara frigorífica.

DESESCARCHE

NKH ... C, NKH ... S, NKT ... C, NKT ... S, y NKT ... T

- Las resistencias eléctricas blindadas se colocan en tubos manguitos inmovilizados en el haz de aletas, se fijan dos o tres resistencias debajo de la bandeja intermedia.
- Esta disposición permite una disipación homogénea del calor para un desescarche rápido y eficaz. Las resistencias se conectan en fábrica, para una alimentación 400 V trifásicas, en un terminal colocado en una caja de bornes.
- Un desescarche por gases calientes total (HGT) o mixto (HG1) está disponible en opción.

NKH ... R, NKH ... L y NKT ... L

- El desescarche eléctrico aligerado (E1U) y el desescarche eléctrico de los modelos "baja temperatura" (ELU) están disponibles en opción.
- El desescarche eléctrico aligerado (E1K) está asimismo disponible en kit.
- Un desescarche por agua (DAE) está disponible en opción para una temperatura de cámara igual o superior a +4 °C. En este caso, la altura del evaporador se incrementa 40 mm.
- Caudal de agua máximo: NK 1 ventilador: 5 m³/h. NK 2 ventiladores: 10 m³/h. NK 3 ventiladores: 15 m³/h. NK 4 ventiladores: 20 m³/h.



NK



OPCIONES ...

KIT

E1K	Desescarche eléctrico aligerado: NKH ... R, NKT ... L y NKH ... L.
ECK	Desescarche eléctrico adicional.
RVK	Resistencias de desescarche de baffle.
VG1	Embocadura para conducto textil.
VPA	Embocadura presión de aire.
MSD	Embocadura presión de aire con manguito flexible de desescarche.

DESESCARCHE

E1U	Desescarche eléctrico aligerado.
ELU	Desescarche eléctrico (batería + bandeja).
RVU	Resistencias de desescarche de baffle.
DAE	Desescarche por agua.
HG1	Gases calientes (batería: gases calientes, bandeja: resistencias eléctricas).
HGT	Gases calientes (batería y bandeja).

VENTILADORES

M60	Motoventilador 60 Hz.
CMU	Cableado motores en fábrica.

BATERIA

BAE	Protección de las aletas.
BXT	Protección Blygold Polual XT de las aletas.
WCO	Agua glicolada, fluidos caloportadores (consúltenos).
EGU	Extensión agua glicolada (consúltenos).
CO2	Optimización R744 (ver documentación específica CO2)

DIVERSOS

EIS	Bandeja aislada.
ECB	Embalaje con jaula de madera.
PPO	Pintura poliéster blanca.

OTRAS OPCIONES

Consúltenos.

Los múltiples criterios de elección para una potencia dada:

- aletas de tipo T para una gran superficie de intercambio, o de tipo H de gran rendimiento para una selección económica,
- 4 separaciones de aletas : 4- 6 - 9 o 12 mm.
- 3 diámetros de ventiladores para una proyección de aire adaptada a la aplicación,
- diferentes combinaciones de altura x longitud, para una perfecta integración en la cámara fría, permiten seleccionar el evaporador mejor adaptado a la necesidad.

PRESELECCION NKT

	Aplicaciones Positivas	Aplicaciones Negativas	
Paso de aletas	SC2 tA1 = 0 °C Δt 8 K	SC3 tA1 = -18 °C Δt 7 K	SC4 tA1 = -25 °C Δt 6 K
6 mm	NKT .. L*	NKT .. C	NKT .. C
9 mm	-	NKT .. S	NKT .. S
12 mm	-	NKT .. T	NKT .. T
Desescarche	E1U* / ELU*	Integrado	Integrado

* Prever un desescarche

E1U para una temperatura de cámara comprendida entre +4 °C y +2 °C,

ELU para una temperatura de cámara comprendida entre +2 °C y -5 °C.

PRESELECCION NKH

	Aplicaciones Positivas	Aplicaciones Negativas	
Paso de aletas	SC2 tA1 = 0 °C Δt 8 K	SC3 tA1 = -18 °C Δt 7 K	SC4 tA1 = -25 °C Δt 6 K
4 mm	NKH .. R*	-	-
6 mm	NKH .. L*	NKH .. C	NKH .. C
9 mm	-	NKH .. S	NKH .. S
Desescarche	E1U* / ELU*	Integrado	Integrado

* Prever un desescarche

E1U para una temperatura de cámara comprendida entre +4 °C y +2 °C,

ELU para una temperatura de cámara comprendida entre +2 °C y -5 °C.

CERTIFICACIONES



EUROVENT : Los rendimientos publicados de nuestros productos están certificados conforme a las normas europeas EN328.

ISO 9001 : Nuestra empresa está certificada por la LRQA, porque cumple los criterios de calidad ISO 9001 : 2000.

RoHS - WEEE : Nuestros productos están conformes con las directivas europeas 2002/95/CE y 2002/96/CE para equipos eléctricos y electrónicos.

CE : Nuestros productos están conformes con las directivas europeas.

GOST : Nuestros productos están conformes a las normas CEI.

FACTORES DE CORRECCION MEDIOS

PARA CONEXION Y EN VEZ DE D DE LOS MOTORES ESTANDAR*

NKT	Paso de aletas 6 mm			Paso de aletas 9 mm			Paso de aletas 12 mm		
	Caudal de aire	Poten.	Proy. de aire	Caudal de aire	Poten.	Proy. de aire	Caudal de aire	Poten.	Proy. de aire
A2	0,76	0,87	0,76	0,76	0,87	0,76	0,75	0,87	0,75
A3	0,75	0,84	0,75	0,76	0,87	0,76	0,75	0,87	0,75
B2	0,76	0,87	0,76	0,76	0,88	0,76	0,76	0,89	0,76
B3	0,76	0,86	0,76	0,76	0,88	0,76	0,77	0,88	0,77
B4	0,76	0,85	0,76	0,76	0,86	0,76	0,76	0,87	0,76
C2	0,72	0,85	0,72	0,73	0,86	0,73	0,73	0,86	0,73
C3	0,72	0,83	0,72	0,73	0,85	0,73	0,73	0,85	0,73

* Si el evaporador debe utilizarse continuamente con los motores conectados en Y, sírvase especificárnoslo en el momento de formalizar el pedido para una optimización del circuito y de la distribución.

FACTORES DE CORRECCION MEDIOS

PARA CONEXION Y EN VEZ DE D DE LOS MOTORES ESTANDAR*

NKH	Paso de aletas 4 mm			Paso de aletas 6 mm			Paso de aletas 9 mm		
	Caudal de aire	Poten.	Proy. de aire	Caudal de aire	Poten.	Proy. de aire	Caudal de aire	Poten.	Proy. de aire
B1	0,76	0,87	0,76	0,76	0,87	0,76	0,76	0,89	0,76
B2	0,76	0,86	0,76	0,76	0,85	0,76	0,76	0,87	0,76
B3	0,76	0,85	0,76	0,76	0,84	0,76	0,76	0,86	0,76
C1	0,73	0,85	0,73	0,74	0,84	0,74	0,74	0,86	0,74
C2	0,72	0,82	0,72	0,72	0,82	0,72	0,73	0,85	0,73

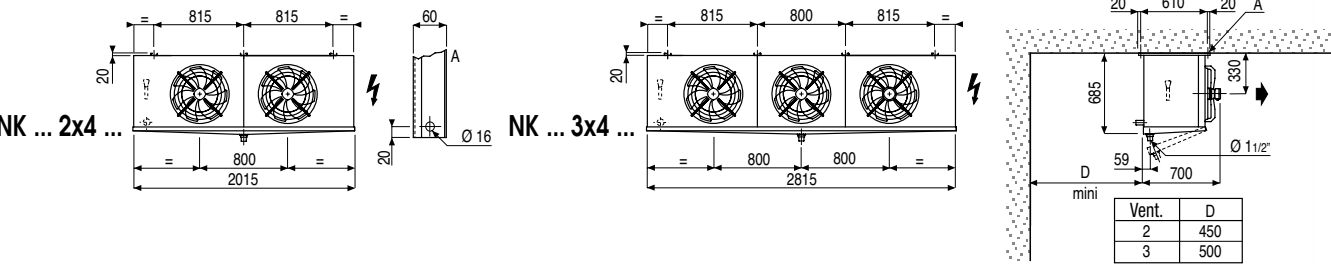
* Si el evaporador debe utilizarse continuamente con los motores conectados en Y, sírvase especificárnoslo en el momento de formalizar el pedido para una optimización del circuito y de la distribución.

NIVEL SONORO - Lw

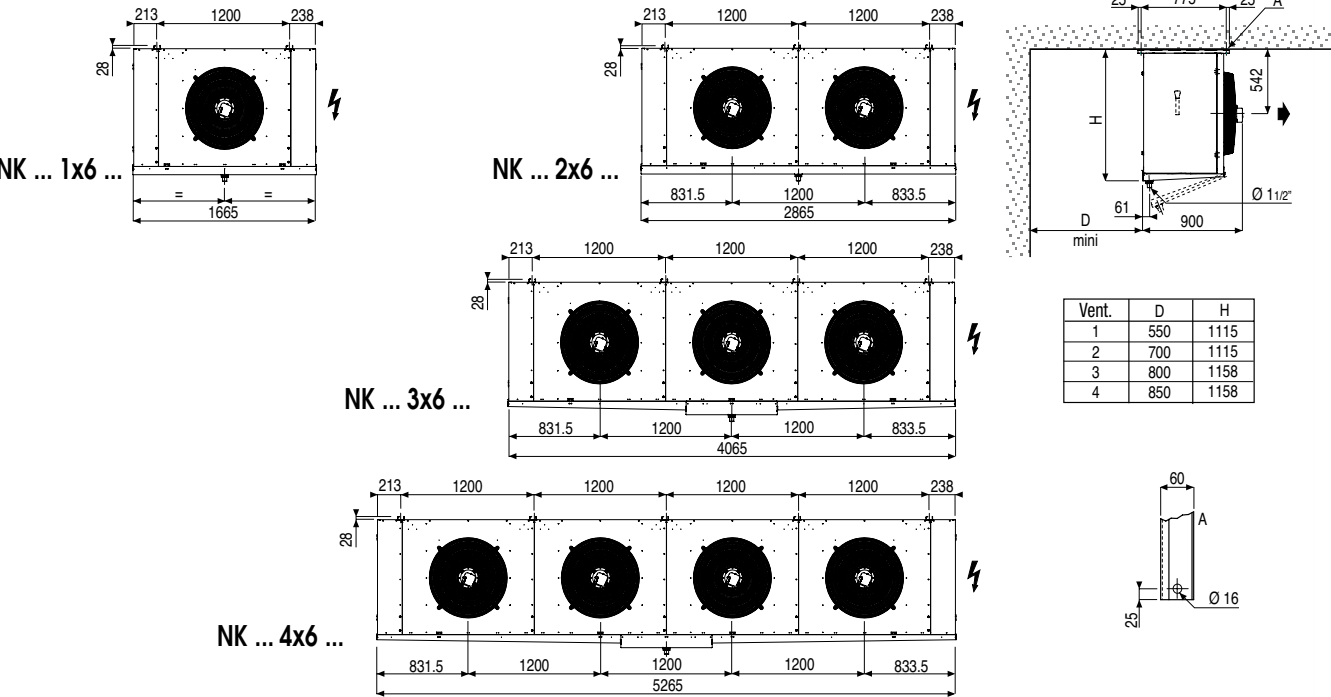
Ø 450 mm						
Núm.	1 vent.		2 vent.		3 vent.	
	D	Y	D	Y	D	Y
dB(A)	77	72	80	75	82	77
	83	78				
Ø 630 mm						
Núm.	1 vent.		2 vent.		3 vent.	
	D	Y	D	Y	D	Y
dB(A)	90	82	93	85	95	87
	96	88				
Ø 800 mm						
Núm.	1 vent.		2 vent.		3 vent.	
	D	Y	D	Y	D	Y
dB(A)	84	77	87	80	89	82
	90	83				

Conexión motor : D : Triángulo - Y : Estrella

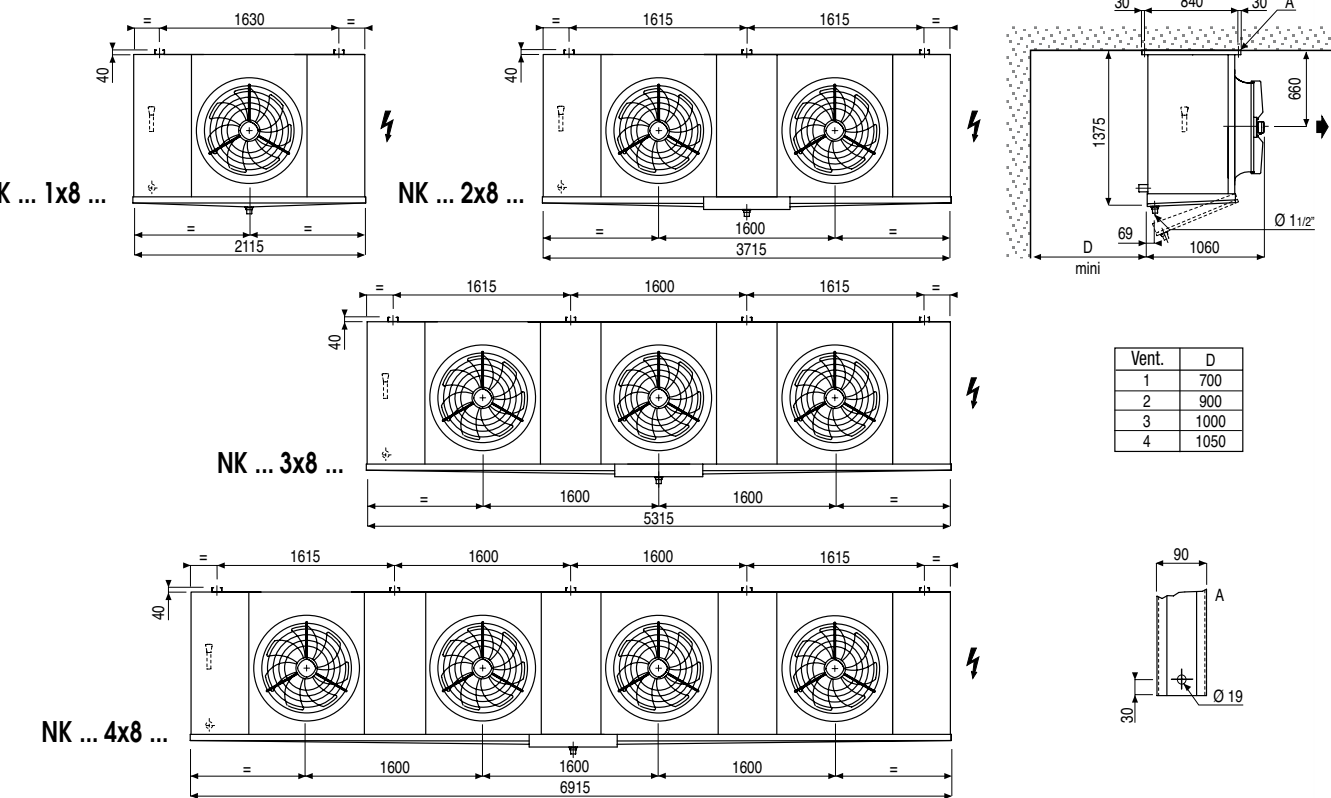
Ø 450 mm



Ø 630 mm



Ø 800 mm



NKT ... S

T = gran superficie de intercambio

9 mm

Modelos		NKT ... S	2x4D A2	2x4D A3	1x6D B2	3x4D A2	1x6D B3	3x4D A3	1x6D B4	1x8D C2	2x6Y B2	1x8D C3	2x6D B2	2x6D B3	2x6D B4
Potencia - R404A	DT1 = 7K - SC3 (1)	kW (6)	9.31	11.22	12.31	14.08	15.00	16.87	17.20	18.74	21.95	22.63	25.10	30.56	34.97
	DT1 = 6K - SC4 (1)	kW (6)	7.10	8.62	9.34	10.76	11.44	12.97	13.20	14.29	16.85	17.37	19.10	23.40	26.93
Superficie		m ²	56.0	74.6	70.0	84.0	93.3	111.9	116.6	111.9	139.9	149.2	139.9	186.6	233.2
Volumen circuitos		dm ³	21.9	29.2	27.4	32.9	36.5	43.8	45.6	43.8	54.8	58.4	54.8	73.0	91.3
Ventilador *	Núm. x Ø	mm	2 x 450	2 x 450	1 x 630	3 x 450	1 x 630	3 x 450	1 x 630	1 x 800	2 x 630	1 x 800	2 x 630	2 x 630	2 x 630
	Caudal de aire	m ³ /h (6)	10400	9900	14800	15600	14250	14850	13800	21100	22400	20100	29600	28500	27600
	Proyección aire (2)	m (6)	19	18	37	23	35	21	34	41	29	39	38	37	36
Desescarche eléctrico	Ω	Núm.	6	9	9	6	12	9	15	9	9	12	9	12	15
	400 V/3/50 Hz	W	9000	13500	10350	13200	13800	19800	17250	13500	19800	18000	19800	26400	33000
		A	13.0	19.5	14.9	19.1	19.9	28.6	24.9	19.5	28.6	26.0	28.6	38.1	47.6
Conexiones	Entrada	Ø	5/8"	5/8"	5/8"	1 1/8"	7/8"	1 1/8"	1 1/8"	1 1/8"	1 1/8"	1 1/8"	1 1/8"	1 3/8"	1 5/8"
	Salida	Ø	1 3/8"	1 3/8"	1 3/8"	1 5/8"	1 5/8"	2 1/8"	2 1/8"	2 1/8"	2 1/8"	2 1/8"	2 1/8"	2 1/8"	2 5/8"
Peso neto		kg	160	180	190	220	220	250	240	280	330	320	330	370	410

Modelos		NKT ... S	3x6D B2	2x8D C2	3x6D B3	2x8D C3	4x6D B2	3x6D B4	3x8D C2	4x6D B3	3x8D C3	4x6D B4	4x8D C2	4x8D C3
Potencia - R404A	DT1 = 7K - SC3 (1)	kW (6)	37.97	37.98	45.55	45.87	50.49	51.68	57.22	61.20	68.59	70.54	77.32	92.63
	DT1 = 6K - SC4 (1)	kW (6)	28.99	29.05	34.96	35.26	38.55	39.88	43.83	46.98	52.82	53.71	59.15	71.34
Superficie		m ²	209.9	223.9	279.8	298.5	279.8	349.8	335.8	373.1	447.7	466.4	447.7	597.0
Volumen circuitos		dm ³	82.2	87.6	109.5	116.8	109.5	136.9	131.4	146.0	175.3	182.6	175.2	233.7
Ventilador *	Núm. x Ø	mm	3 x 630	2 x 800	3 x 630	2 x 800	4 x 630	3 x 630	3 x 800	4 x 630	3 x 800	4 x 630	4 x 800	4 x 800
	Caudal de aire	m ³ /h (6)	44400	42200	42750	40200	59200	41400	63300	57000	60300	55200	84400	80400
	Proyección aire (2)	m (6)	45	42	43	40	50	42	49	48	47	47	55	53
Desescarche eléctrico	Ω	Núm.	9	9	12	12	9	15	9	12	12	15	9	12
	400 V/3/50 Hz	W	29250	26100	39000	34800	38700	48750	38700	51600	51600	64500	51300	68400
		A	42.2	37.7	56.3	50.2	55.9	70.4	55.9	74.5	74.5	93.1	74.0	98.7
Conexiones	Entrada	Ø	1 5/8"	1 5/8"	1 5/8"	1 5/8"	1 5/8"	1 5/8"	2x 1 3/8"	2x 1 5/8"	2x 1 5/8"	2x 1 5/8"	2x 1 3/8"	2x 1 5/8"
	Salida	Ø	2 5/8"	2 5/8"	2 5/8"	2 5/8"	2 5/8"	2 5/8"	2x 2 1/8"	2x 2 1/8"	2x 2 5/8"	2x 2 5/8"	2x 2 5/8"	2x 2 5/8"
Peso neto		kg	470	500	530	560	610	590	710	690	800	770	910	1030

* Ø 450 mm : 400 V/3/50-60 Hz : Δ = 610 W máx - 1,15 A máx - Y = 410 W máx - 0,72 A máx (5)

* Ø 630 mm : 400 V/3/50 Hz : Δ = 1900 W máx - 3,20 A máx - Y = 1200 W máx - 1,95 A máx (5)

* Ø 800 mm : 400 V/3/50 Hz : Δ = 2000 W máx - 4,00 A máx - Y = 1250 W máx - 2,30 A máx (5)

(1) Véase páginas "ANEXOS".

(2) Velocidad de aire residual: 0,25 m/s, en conformidad con la norma.

(3) Opción desescarche eléctrico.

(4) Kit desescarche eléctrico.

(5) Regulación de las protecciones contra las sobrecargas. Para temperaturas "ti" diferentes a +20 °C, multiplicar las intensidades por la relación 293/(273 + "ti"), esto con el fin de obtener el valor aproximado de la intensidad después de haber puesto en temperatura la cámara.

(6) Para conexión matriz en estrella (Y) en vez de triángulo (D) véanse factores de corrección.

OPCIONES ...

E1K	ECK	RVK	VGT	VPA	MSD	E1U	ELU	RVU	DAE	HG1	HGT	M60	CMU	BAE	BXT	WCO	EGU	CO2	EIS	ECB	PPO
-	-	O	O	O	O	-	S	O	-	O	O	O	O	O	O	-	-	cons.	O	O	O

E : Estándar

Condensadores

WA

7.5 kW 99 kW



Friga-Bohn se reserva el derecho de aportar cualquier modificación sin aviso previo - Foto no contractual



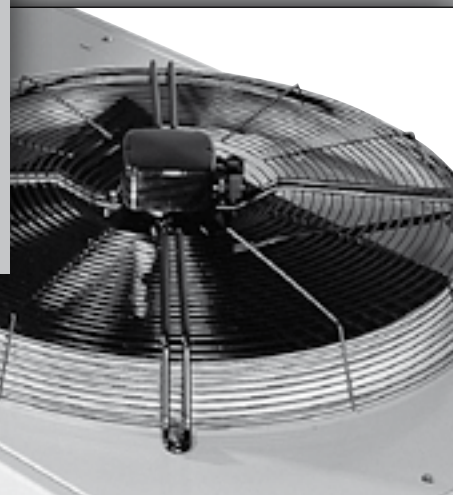
CERTIFY ALL
AIR COOLED CONDENSERS

FRIGA-BOHN



www.friga-bohn.com

Los condensadores de aire de la gama WA están destinados a las aplicaciones de refrigeración comercial y semi industrial. Los 34 modelos básicos de la gama cubren un rango de potencia de 7.5 a 99 kW. Instalación aire horizontal o aire vertical a elección en estándar.



WA



DESIGNACIÓN ...

WA 39 - 04/06P

(Δ) (Y)

04/06P = 1500/1000 r/min.
06/08P = 1000/750 r/min.
08/12P = 750/500 r/min.
12/16P = 500/375 r/min.

Condensador

Modelo

DESCRIPCIÓN ...

INTERCAMBIADOR DE ALTO RENDIMIENTO

- Los condensadores de la gama WA están equipados de una batería con aletas, de gran rendimiento, compuesta de tubos ranurados de Ø 3/8" dispuestos al trespelillo en el flujo de aire y de aletas de aluminio perfiladas, paso de aletas 2,12 mm, optimizando el coeficiente de intercambio térmico.

CARROCERÍA

- Concebidos en chapa de acero galvanizada, los condensadores de la gama WA se benefician de una excelente protección contra la corrosión gracias a la aplicación de una pintura poliéster resistente a los rayos UV y a la utilización de chapa de acero galvanizada prelacada de color gris RAL7035.
- El ensamblaje de los componentes (ventiladores, batería de intercambio) se realiza con unos tornillos en acero inoxidable, el conjunto permite una excelente resistencia a la corrosión.

VENTILACION

- Los condensadores de la gama WA están equipados de motoventiladores helicoidales:
 - Ø 500 mm, 2 velocidades : 04/06P = 1500/1000 r/min o 08/12P = 750/500 r/min,
 - Ø 630 mm, 2 velocidades : 04/06P = 1500/1000 r/min, 06/08P = 1000/750 r/min, 08/12P = 750/500 r/min o 12/16P = 500/375 r/min,
- 400 V, trifásico, 50Hz (50-60 Hz para motores 08/12P y 12/16P), monobloque, con rotor exterior, con protector térmico incorporado IP 54, clase F, no necesitando ningún mantenimiento sistemático.
- Las hélices perfiladas, de alto rendimiento, tienen muy bajo nivel sonoro.
- Las rejillas de protección están en conformidad con la norma NFE51.190.
- Conexión motor 2 velocidades: Δ = alta velocidad, Y = baja velocidad.

CERTIFICACIONES



EUROVENT : Los rendimientos publicados de nuestros productos están certificados conforme a las normas europeas EN327.

ISO 9001 : Nuestra empresa está certificada por la LRQA, porque cumple los criterios de calidad ISO 9001 : 2000.

RoHS - WEEE : Nuestros productos están conformes con las directivas europeas 2002/95/CE y 2002/96/CE para equipos eléctricos y electrónicos.

CE : Nuestros productos están conformes con las directivas europeas.

GOST : Nuestros productos están conformes a las normas CEI.

OPCIONES ...

BATERIA

- MCI** Multicircuitos en aparatos equipados de 2 y 3 ventiladores
BXT Protección Blygold Polual XT de las aletas.

VENTILADORES

- IRP** Interruptor(es) rotativo(s) de proximidad.

Ø 500 mm

- M60** Motoventilador 400 V/3/60 Hz (consúltenos).
MM5 Motoventilador 230 V/1/50 Hz (consúltenos).
M23* Motoventilador 230 V/3/50 Hz - 04/06P.
M24* Motoventilador 230 V/3/50-60 Hz - 08/12P.

Ø 630 mm

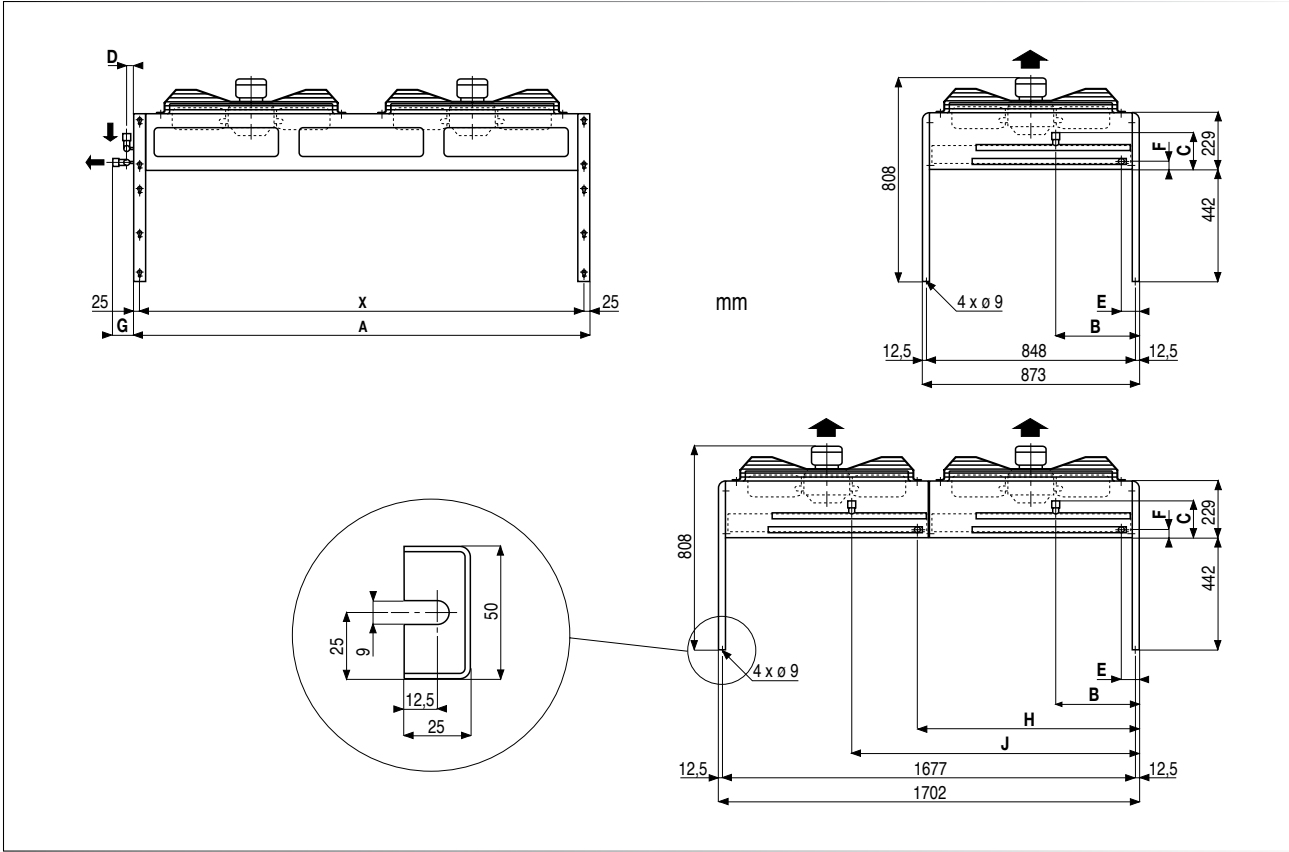
- M60** Motoventilador 400 V/3/60 Hz (consúltenos).
MM5 Motoventilador 230 V/1/50 Hz (consúltenos).
M23* Motoventilador 230 V/3/50 Hz - 04/06P - 06/08P.
M24* Motoventilador 230 V/3/50-60 Hz - 08/12P - 12/16P.

OTRAS OPCIONES

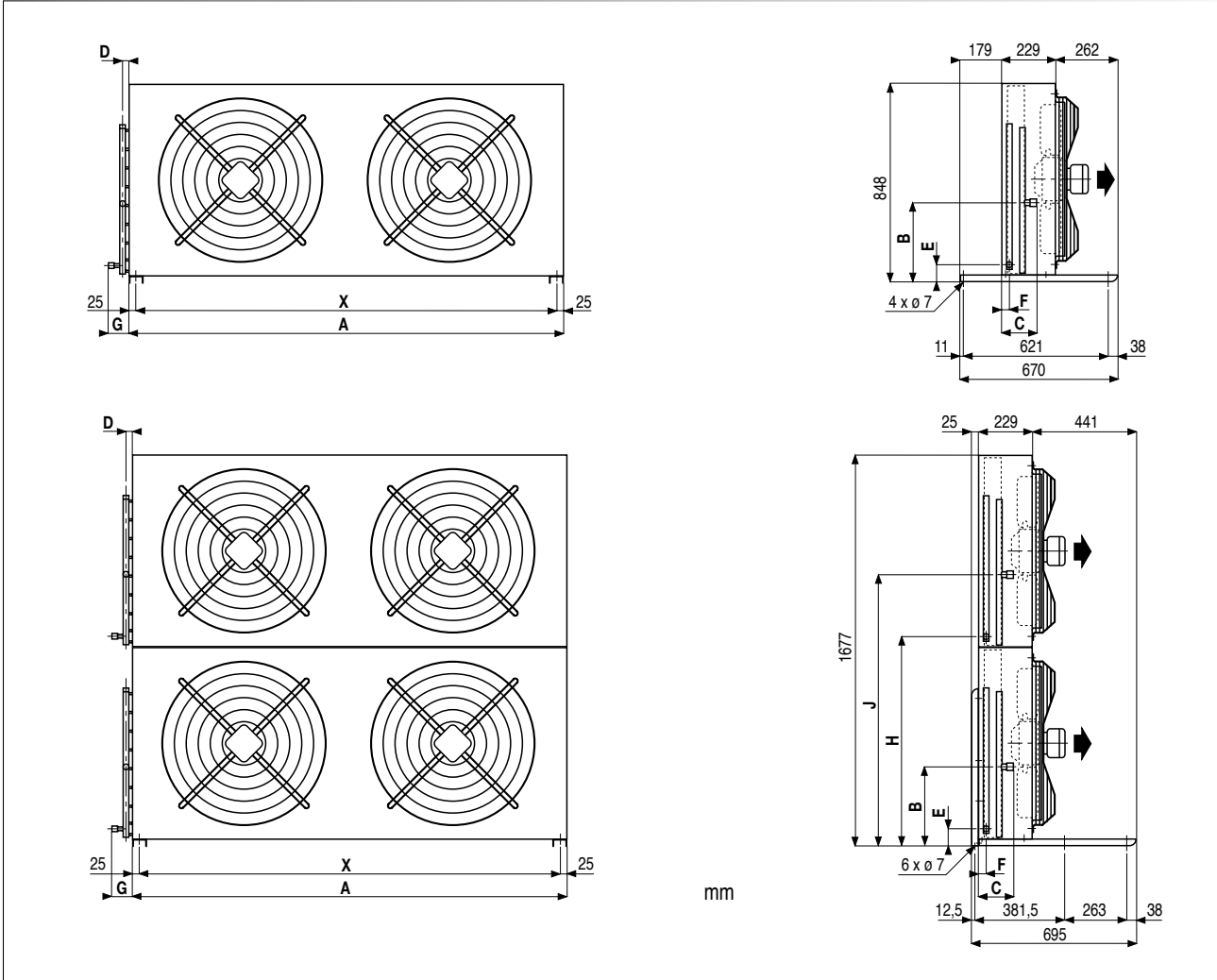
Consúltenos

* Motoventiladores no disponibles en stock.

AIRE VERTICAL



AIRE HORIZONTAL



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ...

WA .. 04P/06P (1500/1000 r/min.)

Modelos			WA ..	15	19	22	30	39	44	48	58	67	54	59	81	95
Potencia	DT1 = 15K	04P (Δ)	kW	12,7	16,5	18,8	25,3	33,1	37,5	38,0	49,6	56,3	56,5	62,6	85,3	98,8
		06P (Y)	kW	11,6	14,7	16,1	23,1	29,3	32,2	34,7	44,0	48,3	47,1	51,4	70,7	79,1
Superficie			m2	17,50	26,25	35,00	35,00	52,50	70,00	52,50	78,75	105,00	71,60	95,40	107,40	143,10
Volumen circuitos			dm3	3,3	4,9	6,4	6,0	9,2	12,1	9,0	13,3	17,5	11,1	14,7	17,3	22,7
Ventilador *	Caudal de aire	04P (Δ)	m3/h	5974	5634	5315	11948	11268	10630	17922	16902	15945	23200	21300	34800	31950
		06P (Y)	m3/h	5036	4654	4275	10072	9308	8550	15108	13962	12825	16600	15100	24900	22650
		Núm.	1x Ø 500	1x Ø 500	1x Ø 500	2x Ø 500	2x Ø 500	2x Ø 500	3x Ø 500	3x Ø 500	3x Ø 500	2x Ø 630	2x Ø 630	3x Ø 630	3x Ø 630	
Clase energética	04P (Δ)		E	E	D	E	E	D	E	E	D	E	E	E	E	E
	06P (Y)		E	D	D	E	D	D	E	D	D	E	E	E	E	E
Nivel sonoro	Lw (1)	04P (Δ)	dB(A)	83	83	83	86	86	86	88	88	88	93	93	95	95
		06P (Y)	dB(A)	78	78	78	81	81	81	83	83	83	85	85	87	87
	Lp (2)	04P (Δ)	dB(A)	52	52	52	55	55	55	57	57	57	62	62	64	64
		06P (Y)	dB(A)	47	47	47	50	50	50	52	52	52	54	54	56	56
Peso neto			kg	36	40	44	63	72	80	92	104	116	93	103	137	152
Circuitos			Núm.	-	-	-	4	6	8	8	8	8	8	8	12	16
Dimensiones	A		mm	730	730	730	1390	1390	1390	2050	2050	2050	1870	1870	2770	2770
	B		mm	240	520	340	340	495	390	390	470	390	470	390	455	455
	C		mm	150	150	150	150	155	155	155	155	155	150	150	160	160
	D		mm	20	25	25	25	30	30	30	30	30	25	25	50	50
	E		mm	55	40	55	55	45	55	55	45	55	45	55	45	60
	F		mm	73	53	34	73	53	34	73	53	34	53	34	53	34
	G		mm	78	81	81	81	88	88	92	88	88	85	85	115	115
	X		mm	680	680	680	1340	1340	1340	2000	2000	2000	1820	1820	2720	2720
Entrada			ODF (4)	1/2"	5/8"	5/8"	3/4"	7/8"	7/8"	7/8"	1 1/8"	1 1/8"	1 1/8"	1 1/8"	1 3/8"	1 3/8"
Salida			ODF (4)	1/2"	5/8"	5/8"	5/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	7/8"	1 1/8"	1 1/8"	1 1/8"	1 1/8"

* Ø 500 mm - 400 V/3/50 Hz - Δ : 580 W máx - 1,05 A máx (3) - Y : 440 W máx - 0,71 A máx (3) / Ø 630 mm - 400 V/3/50 Hz - Δ : 1950 W máx - 3,4 A máx (3) - Y : 1400 W máx - 2,3 A máx (3)

WA .. 06P/08P (1000/750 r/min.)

Modelos		WA ..	41	42	57	65	
Potencia	DT1 = 15K	06P (Δ)	kW	42,6	45,9	63,9	68,9
		08P (Y)	kW	35,1	37,3	52,6	56,0
Superficie			m2	71,60	95,40	107,40	143,10
Volumen circuitos			dm3	11,1	14,7	17,3	22,7
Ventilador *	Caudal de aire	06P (Δ)	m3/h	14190	12686	21285	19029
		08P (Y)	m3/h	10460	9408	15690	14112
		Núm.	2x Ø 630	2x Ø 630	3x Ø 630	3x Ø 630	
Clase energética		06P (Δ)	C	C	C	C	
		08P (Y)	C	C	C	C	
Nivel sonoro	Lw (1)	06P (Δ)	dB(A)	83	83	85	85
		08P (Y)	dB(A)	76	76	78	78
	Lp (2)	06P (Δ)	dB(A)	52	52	54	54
		08P (Y)	dB(A)	45	45	47	47
Peso neto		kg	89	99	131	146	
Circuitos		Núm.	8	8	12	16	
Dimensiones	A	mm	1870	1870	2770	2770	
	B	mm	470	390	455	455	
	C	mm	150	150	160	160	
	D	mm	25	25	50	50	
	E	mm	45	55	45	60	
	F	mm	53	34	53	34	
	G	mm	85	85	115	115	
	X	mm	1820	1820	2720	2720	
Entrada		ODF (4)	1 1/8"	1 1/8"	1 3/8"	1 3/8"	
Salida		ODF (4)	7/8"	1 1/8"	1 1/8"	1 1/8"	

* Ø 630 mm - 400 V/3/50 Hz - Δ : 450 W máx - 1,1 A máx (3) - Y : 280 W máx - 0,6 A máx (3)

(1) Nivel medio de presión acústica en dB(A), de acuerdo con la norma EN 13487 (superficie de referencia paralelepípedica).

(2) Presión sonora en dB(A) medida a 10 m, superficie de medida paralelepípedica, en campo libre en plano reflectante, facilitado a título indicativo. Valores medidos según las condiciones nominales de funcionamiento de la batería limpia, bajo tensión nominal.

(3) Regulación de las protecciones contra las sobrecargas.

(4) ODF = Hembra para recibir el tubo del mismo diámetro

WA ..	MCI	BXT	IRP	M60	MM5	M23	M24
WA ..	○	○	○	○	○	○	-

Aplicación

Los evaporadores cúbicos de la gama NK están destinados para aplicaciones industriales de refrigeración, conservación y congelación. Los 321 modelos de base de la gama cubren un rango de potencia de 6 a 160 kW.

Intercambiador adaptado a la aplicación:

- Las baterías de la gama NK están realizadas con aletas de aluminio (de paso de 4, 6, 9 o 12 mm) y tubo de cobre.
- Según la aplicación están disponibles dos tipos de aletas:
 - Aletas tipo H de alto rendimiento para una selección económica.
 - Este tipo de aletas está adaptada para el almacenamiento de productos envasados o para las cámaras donde la higrometría tiene poca importancia. Además la inferior masa del intercambiador permite un desescarche más rápido.
 - Aletas de tipo T de gran superficie de intercambio. Este tipo de aletas, gracias a una temperatura de superficie elevada, limitan la deshidratación de los productos y permiten un ahorro de energía reduciendo el número de desescarches diario.
 - La alimentación de las baterías se efectúa a partir de distribuidor(es) con restrictor optimizado para R-404A. Para otros refrigerantes, consultar y precisar en el pedido.

Ventilación:

Los ventiladores son de la marca Ziehl-Abegg, con rotor externo y rejillas de protección conformes a la norma NF E51.190. Su montaje externo permite un acceso fácil. En la gama de los NK se utilizan 3 tipos de motoventiladores:

- 450 mm 4/6 polos (1500/1000 rpm).
- 630 mm 4/6 polos (1500/1000 rpm).
- 800 mm 6/8 polos (1000/750 rpm).

Los motores son de tipo trifásico, 400V-50 Hz, IP 54, Clase F.

Las diferentes combinaciones número/diámetro de ventiladores permiten la selección del evaporador con las dimensiones y la proyección de aire que mejor responde a las necesidades de la cámara.

Carrocería:

Realizada en acero galvanizado y prelacado en blanco, es resistente a la corrosión y a los golpes.

- La bandeja principal en chapa galvanizada pintada en pintura epoxy blanca, es fácilmente desmontable gracias a su fijación mediante bisagras.
- La bandeja intermedia en aluminio limita los efectos de la condensación bajo la bandeja principal en los modelos negativos.
- Los paneles laterales permiten un acceso fácil a las conexiones eléctricas y frigoríficas.
- Los NK son entregados sobre base palet.

Condiciones Estándar

Condiciones Estándar	Temperatura Entrada Aire TA1	Temperatura Evaporación Te	Dt1
SC 1	+10°C	0°C	10
SC 2	0°C	-8°C	8
SC 3	-18°C	-25°C	7
SC 4	-25°C	-31°C	6

Factor de refrigerante

Condiciones Estándar	R 404A R 507	R 22	R 134a
SC 1	1	0,95	0,93
SC 2	1	0,95	0,91
SC 3	1	0,95	0,85
SC 4	1	0,95	

Factor de humedad

Condiciones Estándar	Humedad Relativa %	Potencia Estándar
SC 1	85	1,35
SC 2	85	1,15
SC 3	95	1,05
SC 4	95	1,01

Factor de material

Aletas Aluminio	Aletas Protegidas	Batería Cobre/Cobre
1	0,97	1,03

Desescarche:

NKH...E, NKH...C, NKH...S, NKT...E, NKT...C, NKT...S y NKT...T

Las resistencias eléctricas blindadas están situadas dentro de las vainas inmovilizadas en la batería, dos resistencias o tres según el modelo, están fijadas en la bandeja intermedia. Esta disposición permite una disipación homogénea del calor para un desescarche rápido y eficaz. Las resistencias están conectadas en fábrica a una caja de bornes, para una alimentación 400 V trifásica.

El desescarche por gas caliente (HG1: gas caliente en batería y resistencias en bandeja, HGT: gas caliente en batería y bandeja) está disponible como opción.

NKH...R, NKH...L, NKT...R y NKT...L

El kit de desescarche eléctrico aligerado (E1K) y el kit de desescarche eléctrico adicional de los modelos "baja temperatura" (ECK) están disponibles como opción.

El desescarche por agua (DAE) está disponible como opción.

Caudales máximos de agua :

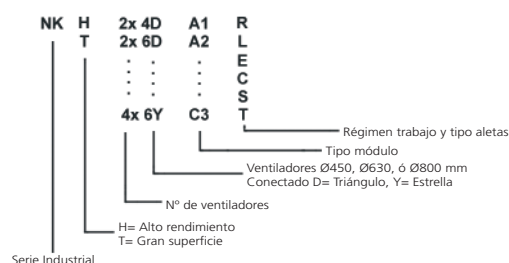
- NK 1 ventilador: 5 m³/h.
- NK 2 ventiladores: 10 m³/h.
- NK 3 ventiladores: 15 m³/h.
- NK 4 ventiladores: 20 m³/h.

Opciones

- **Kits**
 - E1K** Desescarche eléctrico aligerado.
 - ECK** Desescarche eléctrico adicional.
 - RVK** Resistencias de aro.
 - VGt** Embocadura para conducto textil.
 - ECB** Embalaje jaula de madera.
 - **Batería**
 - BAE** Protección de las aletas con resina Epoxy.
 - WCO** Agua glicolada.
 - **Ventiladores**
 - M60** Motoventilador 60 Hz.
 - CMU** Cableado en fábrica.
 - **Desescarche**
 - E1U** Eléctrico aligerado montado en fábrica.
 - ELU** Eléctrico montado en fábrica.
 - RVU** Resistencias de aro montadas en fábrica.
 - DAE** Desescarche por agua.
 - HG1** Desescarche por gas caliente en batería y resistencias eléctricas en bandeja.
 - HGT** Desescarche por gas caliente en batería y en bandeja.
 - **Varios**
 - EIS** Bandeja aislada.
 - **Otras opciones**
 - Consultar.
- 
- The logo for Eurovent Certified Performance is located on the right side of the page. It consists of a green inverted triangle containing a white stylized 'e' symbol. Above the triangle, the text 'EUROVENT' is written in a bold, sans-serif font, and below it, 'CERTIFIED PERFORMANCE' is written in a smaller, all-caps, sans-serif font.



CÓDIGO MODELO



Evaporadores Industriales NK de Alto Rendimiento

Aplicación Refrigerados

Rendimientos con R-404A

Paso Aletas 4 mm

[MODELO ...]

Modelo	Precio €	Capac Nom. Dt ₁ =8K kW SC2	Superf. m ²	Volu. inter. dm ³	Caudal Aire m ³ /h	Proy. aire (3) m	Ventil. (4) Nº x D	Dimensiones mm			Conexiones		Peso kg
								Largo	Alto	Ancho	Entrada "	Salida "	
NKH 1x6D B1 R	3.140,00	19,5	78,0	14,4	13.650	34	1 x 630	1.665	1.170	900	7/8"	1 5/8"	160
NKH 1x6D B2 R	3.620,00	24,5	117,0	21,6	12.600	31	1 x 630	1.665	1.170	900	1 1/8"	1 5/8"	180
NKH 1x6D B3 R	4.030,00	26,4	156,0	28,7	11.650	29	1 x 630	1.665	1.170	900	1 1/8"	1 5/8"	200
NKH 1x8D C1 R	4.750,00	30,4	130,0	23,9	19.500	38	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 3/8"	2 1/8"	240
NKH 2x6Y B1 R	5.340,00	34,1	156,0	28,7	20.800	27	2 x 630	2.865	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	270
NKH 1x8D C2 R	5.510,00	36,9	195,0	35,9	17.850	35	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 3/8"	2 1/8"	270
NKH 2x6D B1 R	5.340,00	39,5	156,0	28,7	27.300	35	2 x 630	2.865	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	270
NKH 2x6D B2 R	6.490,00	47,7	234,0	43,1	25.200	33	2 x 630	2.865	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	300
NKH 2x6D B3 R	7.180,00	53,5	312,0	57,5	23.300	30	2 x 630	2.865	1.170	900	1 5/8"	2 1/8"	340
NKH 3x6D B1 R	7.820,00	59,5	234,0	43,1	40.950	41	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 1/8"	370
NKH 2x8D C1 R	8.350,00	61,3	260,0	47,9	39.000	39	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	420
NKH 4x6Y B1 R	10.250,00	65,8	312,0	55,7	41.600	35	4 x 630	5.265	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	480
NKH 2x8D C2 R	9.700,00	72,6	390,0	71,8	35.700	36	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	480
NKH 3x6D B2 R	8.960,00	74,4	351,0	64,6	37.800	38	3 x 630	4.065	1.170	900	2x1 3/8"	2x2 1/8"	430
NKH 3x6D B3 R	10.030,00	78,6	468,1	86,2	34.950	35	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	490
NKH 4x6D B1 R	10.250,00	79,7	312,0	55,7	54.600	46	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 5/8"	2x2 1/8"	480
NKH 3x8D C1 R	10.930,00	81,6	390,0	69,6	58.500	45	3 x 800	5.315	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	570
NKH 4x6D B2 R	11.470,00	95,2	468,0	83,5	50.400	43	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 3/8"	2x2 1/8"	550
NKH 4x6D B3 R	13.130,00	106,8	623,9	111,3	46.600	40	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 5/8"	2x2 1/8"	630
NKH 3x8D C2 R	13.580,00	107,5	584,9	104,3	53.550	42	3 x 800	5.315	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 1/8"	670
NKH 4x8D C1 R	15.590,00	123,0	519,9	92,8	78.000	51	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 5/8"	740
NKH 4x8D C2 R	16.960,00	127,2	779,9	139,1	71.400	47	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 5/8"	840

★NOTA: Rendimientos con R-404A, DT₁=8K, SC2.

Aplicación Refrigerados

Rendimientos con R-404A

Paso Aletas 6 mm

[MODELO ...]

Modelo	Precio €	Capac Nom. Dt ₁ =8K kW SC2	Superf. m ²	Volu. inter. dm ³	Caudal Aire m ³ /h	Proy. aire (3) m	Ventil. (4) Nº x D	Dimensiones mm			Conexiones		Peso kg
								Largo	Alto	Ancho	Entrada "	Salida "	
NKH 1x6D B1 L	3.110,00	17,4	53,7	14,4	14.300	36	1 x 630	1.665	1.170	900	7/8"	1 3/8"	160
NKH 1x6D B2 L	3.560,00	22,5	80,4	21,6	13.400	33	1 x 630	1.665	1.170	900	1 1/8"	1 5/8"	180
NKH 1x6D B3 L	3.820,00	25,4	107,4	28,7	12.600	31	1 x 630	1.665	1.170	900	1 1/8"	1 5/8"	190
NKH 1x8D C1 L	4.680,00	27,3	89,5	23,9	20.650	40	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 3/8"	1 5/8"	230
NKH 2x6Y B1 L	5.410,00	30,8	107,2	28,7	21.800	28	2 x 630	2.865	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	260
NKH 1x8D C2 L	5.250,00	34,4	134,3	35,9	19.200	38	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 3/8"	2 1/8"	260
NKH 2x6D B1 L	5.400,00	35,3	107,2	28,7	28.600	37	2 x 630	2.865	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	260
NKH 2x6D B2 L	6.410,00	44,2	161,1	43,1	26.800	35	2 x 630	2.865	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	290
NKH 2x6D B3 L	6.850,00	51,0	214,4	57,5	25.200	33	2 x 630	2.865	1.170	900	1 5/8"	2 1/8"	330
NKH 3x6D B1 L	7.580,00	53,0	160,8	43,1	42.900	43	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 1/8"	360
NKH 2x8D C1 L	8.180,00	54,6	179,0	47,9	41.300	41	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 5/8"	2 1/8"	400
NKH 4x6Y B1 L	9.900,00	60,4	214,4	55,7	43.600	37	4 x 630	5.265	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	470
NKH 2x8D C2 L	9.560,00	68,1	268,5	71,8	38.400	38	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	460
NKH 3x6D B2 L	9.470,00	68,4	241,2	64,6	40.200	40	3 x 630	4.065	1.170	900	2x1 3/8"	2x2 1/8"	410
NKH 4x6D B1 L	9.910,00	70,6	214,4	55,7	57.200	49	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 5/8"	2x2 1/8"	470
NKH 3x8D C1 L	11.280,00	73,6	268,5	69,6	61.950	48	3 x 800	5.315	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	550
NKH 3x6D B3 L	10.390,00	75,8	322,3	86,2	37.800	38	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	460
NKH 4x6D B2 L	11.210,00	88,6	322,2	83,5	53.600	46	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 3/8"	2x2 1/8"	530
NKH 3x8D C2 L	13.020,00	100,7	402,8	104,3	57.600	45	3 x 800	5.315	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 1/8"	650
NKH 4x6D B3 L	12.820,00	102,4	428,9	111,3	50.400	43	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 5/8"	2x2 1/8"	600
NKH 4x8D C1 L	15.360,00	109,7	358,0	92,8	82.600	54	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 1/8"	720
NKH 4x8D C2 L	16.550,00	119,7	536,3	139,1	76.800	50	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 1/8"	800

★NOTA: Rendimientos con R-404A, DT₁=8K, SC2.

(3) Proyección de aire efectiva cuando la forma de carga de la cámara lo permite.

(4) Ventiladores: 630 => 400V/3/50Hz 1.900W /3,20 A (Δ) 1.200W/1,95 A (Y).

800 => 400V/3/50Hz 2.000W /4,00 A (Δ) 1.250W/2,30 A (Y).

Para opcionales ver página 18.

Evaporadores Industriales NK de Alto Rendimiento

FRIGA-BOHN

Rev. 06-10-08

Aplicación Congelados

Rendimientos con R-404A

Paso Aletas 6 mm

[MODELO ...]

Modelo	Precio €	Capac. Nominal Dt ₁ =7K kW SC3	Superf. m ²	Vol. inter. dm ³	Caudal Aire m ³ /h	Proy. aire (3) m	Ventil. (4) N° x D	Dimensiones mm			Conexiones		Peso kg	Resist. deses. 400V / 3		
								Largo	Alto	Ancho	Entrada "	Salida "		N°	W	A
NKH 1x6D B1 C	3.790,00	12,9	53,7	14,4	14.300	36	1 x 630	1.665	1.170	900	7/8"	1 5/8"	170	6	6.900	10,0
NKH 1x6D B2 C	4.550,00	17,0	80,4	21,6	13.400	33	1 x 630	1.665	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	190	9	10.350	14,9
NKH 1x6D B3 C	5.140,00	19,9	107,4	28,7	12.600	31	1 x 630	1.665	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	210	12	13.800	19,9
NKH 1x8D C1 C	5.590,00	20,6	89,5	23,9	20.650	40	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 3/8"	2 1/8"	250	6	9.000	13,0
NKH 2x6Y B1 C	6.570,00	23,2	107,2	28,7	21.800	28	2 x 630	2.865	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	290	6	13.200	19,1
NKH 1x8D C2 C	6.470,00	26,0	134,3	35,9	19.200	38	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 3/8"	2 1/8"	280	9	13.500	19,5
NKH 2x6D B1 C	6.570,00	26,3	107,2	28,7	28.600	37	2 x 630	2.865	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	290	6	13.200	19,1
NKH 2x6Y B2 C	7.780,00	29,8	161,1	43,1	20.500	27	2 x 630	2.865	1.170	900	1 5/8"	2 1/8"	320	9	19.800	28,6
NKH 2x6D B2 C	7.780,00	34,5	161,1	43,1	26.800	35	2 x 630	2.865	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	320	9	19.800	28,6
NKH 3x6D B1 C	8.920,00	39,6	160,8	43,1	42.900	43	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	410	6	19.500	28,1
NKH 2x6D B3 C	8.400,00	40,2	214,4	57,5	25.200	33	2 x 630	2.865	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	360	12	26.400	38,1
NKH 2x8D C1 C	9.480,00	41,7	179,0	47,9	41.300	41	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	440	6	17.400	25,1
NKH 2x8D C2 C	11.080,00	46,1	268,5	71,8	38.400	38	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	500	9	26.100	37,7
NKH 3x6D B2 C	10.440,00	52,0	241,2	64,6	40.200	40	3 x 630	4.065	1.170	900	2x1 3/8"	2x2 1/8"	460	9	29.250	42,2
NKH 3x8D C1 C	11.970,00	52,9	268,5	69,6	61.950	48	3 x 800	5.315	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	600	6	25.800	37,2
NKH 4x6D B1 C	11.480,00	53,8	214,4	55,7	57.200	49	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 5/8"	2x2 1/8"	520	6	25.800	37,2
NKH 3x6D B3 C	15.220,00	60,5	322,3	86,2	37.800	38	3 x 630	4.065	1.170	900	2x1 5/8"	2x2 1/8"	520	12	39.000	56,3
NKH 3x8D C2 C	15.000,00	68,5	402,8	104,3	57.600	45	3 x 800	5.315	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 5/8"	700	9	38.700	55,9
NKH 4x6D B3 C	14.640,00	70,2	428,9	111,3	50.400	43	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 5/8"	2x2 5/8"	670	12	51.600	74,5
NKH 4x8D C1 C	17.590,00	83,6	358,0	92,8	82.600	54	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 5/8"	780	6	34.200	49,4

Aplicación Congelados

Rendimientos con R-404A

Paso Aletas 9 mm

[MODELO ...]

Modelo	Precio €	Capac. Nom. Dt ₁ =7K kW SC3	Capac. Nom. Dt ₁ =6K kW SC4	Superf. m ²	Vol. inter. dm ³	Caudal Aire m ³ /h	Proy. aire (3) m	Ventil. (4) N° x D	Dimensiones mm			Conexiones		Peso kg	Resist. deses. 400V / 3		
									Largo	Alto	Ancho	Entrada "	Salida "		N°	W	A
NKH 1x6D B1 S	3.960,00	11,1	8,6	37,4	14,4	14.800	37	1 x 630	1.665	1.170	900	7/8"	1 5/8"	170	6	6.900	10,0
NKH 1x6D B2 S	4.530,00	14,9	11,7	56,2	21,6	14.050	35	1 x 630	1.665	1.170	900	1 1/8"	1 5/8"	190	9	10.350	14,9
NKH 1x8D C1 S	5.460,00	17,5	13,8	62,4	23,9	21.400	42	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 3/8"	2 1/8"	250	6	9.000	13,0
NKH 1x6D B3 S	5.130,00	17,8	14,1	74,9	28,7	13.400	33	1 x 630	1.665	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	210	12	13.800	19,9
NKH 2x6Y B1 S	6.480,00	19,7	15,5	74,9	28,7	22.600	29	2 x 630	2.865	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	280	6	13.200	19,1
NKH 2x6D B1 S	6.470,00	22,4	17,6	74,9	28,7	29.600	38	2 x 630	2.865	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	280	6	13.200	19,1
NKH 1x8D C2 S	6.470,00	22,9	18,0	93,6	35,9	20.150	39	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 3/8"	2 1/8"	280	9	13.500	19,5
NKH 2x6Y B2 S	7.340,00	26,1	20,7	112,3	43,1	21.400	28	2 x 630	2.865	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	320	9	19.800	28,6
NKH 2x6D B2 S	7.350,00	30,2	23,8	112,3	43,1	28.100	36	2 x 630	2.865	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	320	9	19.800	28,6
NKH 3x6D B1 S	8.460,00	33,8	26,5	112,3	43,1	44.400	45	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	400	6	19.500	28,1
NKH 2x8D C1 S	9.500,00	35,3	27,8	124,8	47,9	42.800	43	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	430	6	17.400	25,1
NKH 2x6D B3 S	8.910,00	36,1	28,6	149,8	57,5	26.800	35	2 x 630	2.865	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	360	12	26.400	38,1
NKH 4x6Y B1 S	11.370,00	38,1	29,6	149,8	55,7	45.200	38	4 x 630	5.265	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	510	6	25.800	37,2
NKH 2x8D C2 S	10.550,00	40,9	31,5	187,2	71,8	40.300	40	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	480	9	26.100	37,7
NKH 4x6D B1 S	11.370,00	45,2	35,6	149,8	55,7	59.200	50	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 3/8"	2x2 1/8"	510	6	25.800	37,2
NKH 3x6D B2 S	10.360,00	45,5	35,8	168,5	64,6	42.150	42	3 x 630	4.065	1.170	900	2x1 1/8"	2x2 1/8"	450	9	29.250	42,2
NKH 3x8D C1 S	11.820,00	45,8	35,0	187,2	69,6	64.200	50	3 x 800	5.315	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	590	6	25.800	37,2
NKH 4x6D B2 S	12.610,00	52,8	40,5	224,6	83,5	56.200	48	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 3/8"	2x2 1/8"	570	9	38.700	55,9
NKH 3x6D B3 S	11.960,00	54,4	43,1	224,7	86,2	40.200	40	3 x 630	4.065	1.170	900	2x1 3/8"	2x2 1/8"	510	12	39.000	56,3
NKH 3x8D C2 S	14.360,00	60,6	46,6	280,8	104,3	60.450	47	3 x 800	5.315	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 1/8"	670	9	38.700	55,9
NKH 4x6D B3 S	14.390,00	63,8	49,2	299,5	111,3	53.600	46	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 3/8"	2x2 5/8"	640	12	51.600	74,5
NKH 4x8D C1 S	17.470,00	70,9	55,9	249,6	92,8	85.600	56	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 5/8"	770	6	34.200	49,4
NKH 4x8D C2 S	19.220,00	76,2	57,8	374,4	139,1	80.600	53	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 5/8"	860	9	51.300	74,0

★NOTA: Rendimientos con R-404A, Dt₁=7K, SC3.Rendimientos con R-404A, Dt₁=6K, SC4.

(3) Proyección de aire efectiva cuando la forma de carga de la cámara lo permite.

(4) Ventiladores: 630 => 400V/3/50Hz 1.900W /3,20 A (D) 1.200W/1,95 A (Y).
800 => 400V/3/50Hz 2.000W /4,00 A (D) 1.250W/2,30 A (Y).

Evaporadores Industriales NK de Alto Rendimiento

Opcionales desescarche y suplemento de precio

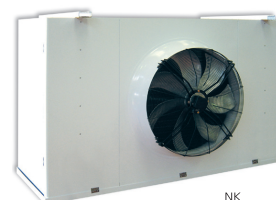
[A F KIT ...] [A F SUP DES ...] [A F CABLE ...]

Opcionales	Precio € Suministro en Kit para montaje en obra				Precio € Opcionales montados en Fabrica								E1U Resis.desesc. 400V / 3			ELU 400V / 3			ECK 400V / 3			ECK Nº E1U
	Kit E1K	Kit ECK	Kit RVK	Kit VGT	CMU	E1U	ELU	RVU	DAE	HG1	HGT	ECB	Nº	W	A	Nº	W	A	Nº	W	A	
NKH 1x6D B1 R/L		227,00				453,00	453,00		674,00			141,00	6	6.900	10,0	6	6.900	10,0				
NKH 1x6D B2 R/L		227,00				453,00	680,00		674,00			141,00	6	6.900	10,0	9	10.350	14,9	3	3.450	5,0	1
NKH 1x6D B3 R/L		227,00				680,00	906,00		674,00			141,00	9	10.350	14,9	12	13.800	19,9	3	3.450	5,0	1
NKH 1x8D C1 R/L		301,00				606,00	606,00		835,00			246,00	6	9.000	13,0	6	9.000	13,0				
NKH 1x8D C2 R/L		301,00				606,00	906,00		835,00			246,00	6	9.000	13,0	9	13.500	19,5	3	4.500	6,5	1
NKH 2x6D B1 R/L		383,00				819,00	819,00		1.240,00			199,00	6	13.200	19,1	6	13.200	19,1				
NKH 2x6D B2 R/L		383,00				819,00	1.170,00		1.240,00			199,00	6	13.200	19,1	9	19.800	28,6	3	6.600	9,5	1
NKH 2x6D B3 R/L		383,00				1.170,00	1.570,00		1.240,00			199,00	9	19.800	28,6	12	26.400	38,1	3	6.600	9,5	1
NKH 2x6Y B1 R/L		383,00				819,00	819,00		1.240,00			199,00	6	13.200	19,1	6	13.200	19,1				
NKH 2x8D C1 R/L		568,00				1.130,00	1.130,00		1.560,00			298,00	6	17.400	25,1	6	17.400	25,1				
NKH 2x8D C2 R/L		568,00				1.130,00	1.700,00		1.560,00			298,00	6	17.400	25,1	9	26.100	37,7	3	8.700	12,6	1
NKH 3x6D B1 R/L		636,00				1.280,00	1.280,00		1.730,00			240,00	6	19.500	28,1	6	19.500	28,1				
NKH 3x6D B2 R/L		636,00				1.280,00	1.920,00		1.730,00			240,00	6	19.500	28,1	9	29.250	42,2	3	9.750	14,1	1
NKH 3x6D B3 R/L		636,00				1.920,00	2.290,00		1.730,00			240,00	9	29.250	42,2	12	39.000	56,3	3	9.750	14,1	1
NKH 3x8D C1 R/L		573,00				1.140,00	1.140,00		2.290,00			426,00	6	25.800	37,2	6	25.800	37,2				
NKH 3x8D C2 R/L		573,00				1.140,00	1.720,00		2.290,00			426,00	6	25.800	37,2	9	38.700	55,9	3	12.900	18,6	1
NKH 4x6D B1 R/L		573,00				1.140,00	1.140,00		2.290,00			359,00	6	25.800	37,2	6	25.800	37,2				
NKH 4x6D B2 R/L		573,00				1.140,00	1.720,00		2.290,00			359,00	6	25.800	37,2	9	38.700	55,9	3	12.900	18,6	1
NKH 4x6D B3 R/L		573,00				1.720,00	2.300,00		2.290,00			359,00	9	38.700	55,9	12	51.600	74,5	3	12.900	18,6	1
NKH 4x6Y B1 R/L		573,00				1.140,00	1.140,00		2.290,00			359,00	6	25.800	37,2	6	25.800	37,2				
NKH 4x8D C1 R/L		748,00				1.500,00	1.500,00		3.050,00			589,00	6	34.200	49,4	6	34.200	49,4				
NKH 4x8D C2 R/L		748,00				1.500,00	2.250,00		3.050,00			589,00	6	34.200	49,4	9	51.300	74,0	3	17.100	24,7	1

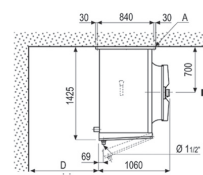
Suplemento de precio

[A F KIT ...] [A F SUP DES ...] [A F CABLE ...]

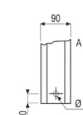
Opcionales	Precio € Suministro en Kit para montaje en obra		Precio € Opcionales montados en Fabrica			
	Kit RVK	CMU	RVU	HG1	HGT	ECB
NKH 1x6D B1 C/S	143,00	C o n s u l t a r	C o n s u l t a r	C o n s u l t a r	*119,00	141,00
NKH 1x6D B2 C/S	143,00				*119,00	141,00
NKH 1x6D B3 C/S	143,00				*119,00	141,00
NKH 1x8D C1 C/S	155,00				*177,00	246,00
NKH 1x8D C2 C/S	155,00				*177,00	246,00
NKH 2x6D B1 C/S	272,00				*289,00	199,00
NKH 2x6D B2 C/S	272,00				*289,00	199,00
NKH 2x6D B3 C/S	272,00				*289,00	199,00
NKH 2x6Y B1 C/S	272,00				*289,00	199,00
NKH 2x6Y B2 C/S	272,00				*289,00	199,00
NKH 2x8D C1 C/S	305,00				*308,00	298,00
NKH 2x8D C2 C/S	305,00				*308,00	298,00
NKH 3x6D B1 C/S	424,00				*330,00	240,00
NKH 3x6D B2 C/S	424,00				*330,00	240,00
NKH 3x6D B3 C/S	424,00				*330,00	240,00
NKH 3x8D C1 C/S	458,00				*368,00	426,00
NKH 3x8D C2 C/S	458,00				*368,00	426,00
NKH 4x6D B1 C/S	563,00				*368,00	359,00
NKH 4x6D B2 S	563,00				*368,00	359,00
NKH 4x6D B3 C/S	563,00				*368,00	359,00
NKH 4x6Y B1 S	563,00	*368,00	359,00			
NKH 4x8D C1 C/S	611,00	*413,00	589,00			
NKH 4x8D C2 S	611,00	*413,00	589,00			



NK



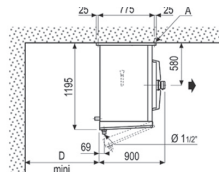
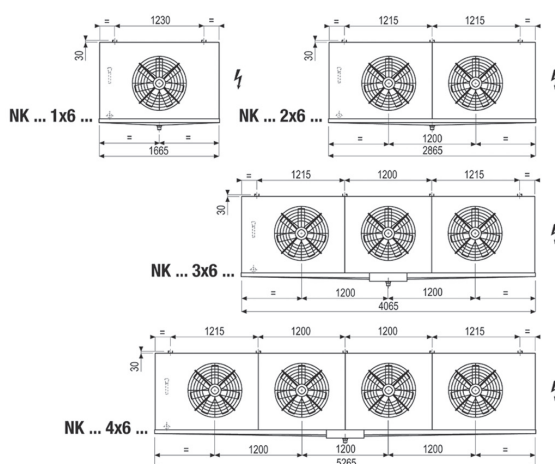
Vent.	D
1	700
2	900
3	1000
4	1050



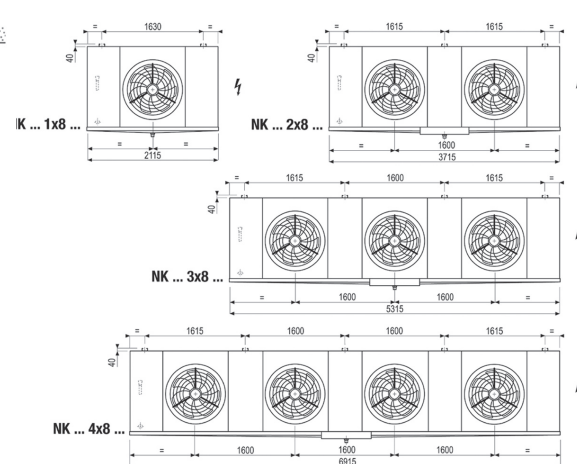
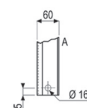
* Los precios indicados son menos importe del precio base del evaporador.

Ø 630 mm

Ø 800 mm



Vent.	D
1	550
2	700
3	800
4	850



Evaporadores Cúbicos NK de Gran Superficie

FRIGA-BOHN

Rev. 06-10-08

Aplicación Refrigerados

Rendimientos con R-404A

Paso Aletas 6 mm

[MODELO ...]

Modelo	Precio €	Capac Nom. DT ₁ =8K kW SC2	Superf. m ²	Vol. inter. dm ³	Caudal Aire m ³ /h	Proy. aire (3) m	Ventil. (4) Nº x D	Dimensiones mm			Conexiones		Peso kg
								Largo	Alto	Ancho	Entrada "	Salida "	
NKT 2x4D A2 L	3.430,00	13,4	81,0	21,9	10.000	19	2 x 450	2.015	735	700	5/8"	1 3/8"	150
NKT 2x4D A3 L	3.800,00	15,9	108,0	29,2	9.500	18	2 x 450	2.015	735	700	5/8"	1 3/8"	160
NKT 1x6D B2 L	3.680,00	17,9	101,2	27,4	14.350	36	1 x 630	1.665	1.170	900	5/8"	1 3/8"	180
NKT 3x4D A2 L	4.790,00	20,2	121,5	32,9	15.000	22	3 x 450	2.815	735	700	5/8"	1 3/8"	200
NKT 1x6D B3 L	4.110,00	21,5	135,0	36,5	13.850	34	1 x 630	1.665	1.170	900	7/8"	1 5/8"	200
NKT 3x4D A3 L	5.380,00	23,9	162,0	43,8	14.250	21	3 x 450	2.815	735	700	7/8"	1 5/8"	230
NKT 1x6D B4 L	4.560,00	23,9	168,7	45,6	13.200	33	1 x 630	1.665	1.170	900	1 1/8"	1 5/8"	220
NKT 1x8D C2 L	5.370,00	27,1	162,0	43,8	20.450	40	1 x 800	2.115	1.425	1.060	7/8"	1 5/8"	270
NKT 2x6Y B2 L	6.160,00	31,6	202,5	54,8	21.800	28	2 x 630	2.865	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	310
NKT 1x8D C3 L	6.070,00	32,1	216,0	58,4	19.300	38	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 1/8"	2 1/8"	300
NKT 2x6D B2 L	6.160,00	35,9	202,5	54,8	28.700	37	2 x 630	2.865	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	310
NKT 2x6D B3 L	7.100,00	43,4	270,0	73,0	27.700	36	2 x 630	2.865	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	350
NKT 2x6D B4 L	7.710,00	46,9	337,4	91,3	26.400	34	2 x 630	2.865	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	390
NKT 3x6D B2 L	8.740,00	54,2	303,7	82,2	43.050	43	3 x 630	4.065	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	440
NKT 2x8D C2 L	9.530,00	55,1	323,9	87,6	40.900	41	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 3/8"	2 1/8"	480
NKT 2x8D C3 L	10.780,00	64,7	431,9	116,8	38.600	39	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	540
NKT 3x6D B3 L	9.960,00	65,0	404,9	109,5	41.550	42	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	500
NKT 3x6D B4 L	11.110,00	70,7	506,2	136,9	39.600	40	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	550
NKT 4x6D B2 L	11.510,00	72,4	404,9	109,5	57.400	49	4 x 630	5.265	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	560
NKT 3x8D C2 L	13.590,00	82,4	485,9	131,4	61.350	48	3 x 800	5.315	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	680
NKT 4x6D B3 L	13.070,00	85,7	539,9	146,0	55.400	47	4 x 630	5.265	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	640
NKT 4x6D B4 L	14.470,00	94,9	674,9	182,6	52.800	45	4 x 630	5.265	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	720
NKT 3x8D C3 L	15.350,00	97,0	647,9	175,3	57.900	45	3 x 800	5.315	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	770
NKT 4x8D C2 L	17.510,00	110,0	647,9	175,2	81.800	54	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 3/8"	2x2 1/8"	870
NKT 4x8D C3 L	20.030,00	129,2	863,8	233,7	77.200	51	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 5/8"	990

★NOTA: Rendimientos con R-404A, DT₁=8K, SC2.

(3) Proyección de aire efectiva cuando la forma de carga de la cámara lo permite.

(4) Ventiladores: 450 => 400V/3/50-60Hz 610W /1,15 A (D) 410W/0,72 A (Y).
630 => 400V/3/50Hz 1.900W /3,20 A (D) 1.200W/1,95 A (Y).
800 => 400V/3/50Hz 2.000W /4,00 A (D) 1.250W/2,30 A (Y).

Para opcionales ver página 21.

Aplicación Congelados

Rendimientos con R-404A

Paso Aletas 6 mm

[MODELO ...]

Modelo	Precio €	Capac Nominal DT ₁ =7K kW SC3	Superf. m ²	Vol. inter. dm ³	Caudal Aire m ³ /h	Proy. aire (3) m	Ventil. (4) Nº x D	Dimensiones mm			Conexiones		Peso kg	Resist. deses. 400V / 3		
								Largo	Alto	Ancho	Entrada "	Salida "		Nº	W	A
NKT 2x4D A2 C	3.990,00	9,8	81,0	21,9	10.000	19	2 x 450	2.015	735	700	5/8"	1 3/8"	160	6	9.000	13,0
NKT 2x4D A3 C	4.600,00	11,7	108,0	29,2	9.500	18	2 x 450	2.015	735	700	5/8"	1 3/8"	180	9	13.500	19,5
NKT 1x6D B2 C	4.350,00	12,9	101,2	27,4	14.350	36	1 x 630	1.665	1.170	900	5/8"	1 3/8"	200	9	10.350	14,9
NKT 3x4D A2 C	5.520,00	14,8	121,5	32,9	15.000	22	3 x 450	2.815	735	700	1 1/8"	2 1/8"	230	6	13.200	19,1
NKT 1x6D B3 C	4.940,00	15,6	135,0	36,5	13.850	34	1 x 630	1.665	1.170	900	7/8"	1 5/8"	220	12	13.800	19,9
NKT 3x4D A3 C	6.300,00	17,4	162,0	43,8	14.250	21	3 x 450	2.815	735	700	7/8"	1 5/8"	250	9	19.800	28,6
NKT 1x6D B4 C	5.650,00	17,7	168,7	45,6	13.200	33	1 x 630	1.665	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	240	15	17.250	24,9
NKT 1x8D C2 C	6.070,00	19,8	162,0	43,8	20.450	40	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 1/8"	2 1/8"	290	9	13.500	19,5
NKT 2x6Y B2 C	6.920,00	23,3	202,5	54,8	21.800	28	2 x 630	2.865	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	340	9	19.800	28,6
NKT 1x8D C3 C	7.010,00	23,5	216,0	58,4	19.300	38	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 1/8"	2 1/8"	330	12	18.000	26,0
NKT 2x6D B2 C	6.920,00	26,3	202,5	54,8	28.700	37	2 x 630	2.865	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	340	9	19.800	28,6
NKT 2x6D B3 C	7.920,00	31,8	270,0	73,0	27.700	36	2 x 630	2.865	1.170	900	1 3/8"	2 5/8"	390	12	26.400	38,1
NKT 2x6D B4 C	9.050,00	36,0	337,4	91,3	26.400	34	2 x 630	2.865	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	430	15	33.000	47,6
NKT 3x6D B2 C	9.820,00	39,8	303,7	82,2	43.050	43	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	490	9	29.250	42,2
NKT 2x8D C2 C	10.450,00	40,0	323,9	87,6	40.900	41	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 3/8"	2 5/8"	520	9	26.100	37,7
NKT 3x6D B3 C	11.150,00	47,5	404,9	109,5	41.550	42	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	550	12	39.000	56,3
NKT 2x8D C3 C	12.280,00	47,7	431,9	116,8	38.600	39	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	580	12	34.800	50,2
NKT 4x6D B2 C	12.810,00	53,1	404,9	109,5	57.400	49	4 x 630	5.265	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	630	9	38.700	55,9
NKT 3x6D B4 C	12.800,00	53,4	506,2	136,9	39.600	40	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	620	15	48.750	70,4
NKT 3x8D C2 C	14.830,00	60,4	485,9	131,4	61.350	48	3 x 800	5.315	1.425	1.060	2x1 3/8"	2x2 1/8"	740	9	38.700	55,9
NKT 4x6D B3 C	14.610,00	64,0	539,9	146,0	55.400	47	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 5/8"	2x2 5/8"	720	12	51.600	74,5
NKT 4x6D B4 C	15.840,00	69,5	674,9	182,6	52.800	45	4 x 630	5.265	1.170	900	1 5/8"	3 1/8"	800	15	64.500	93,1
NKT 3x8D C3 C	17.010,00	70,9	647,9	175,3	57.900	45	3 x 800	5.315	1.425	1.060	1 5/8"	3 1/8"	840	12	51.600	74,5
NKT 4x8D C2 C	19.280,00	81,1	647,9	175,2	81.800	54	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 3/8"	2x2 5/8"	940	9	51.300	74,0
NKT 4x8D C3 C	22.270,00	95,6	863,8	233,7	77.200	51	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 5/8"	1.080	12	68.400	98,7

★NOTA: Rendimientos con R-404A, DT₁=7K, SC3.

(3) Proyección de aire efectiva cuando la forma de carga de la cámara lo permite.

(4) Ventiladores: 450 => 400V/3/50-60Hz 610W /1,15 A (D) 410W/0,72 A (Y).
630 => 400V/3/50Hz 1.900W /3,20 A (D) 1.200W/1,95 A (Y).
800 => 400V/3/50Hz 2.000W /4,00 A (D) 1.250W/2,30 A (Y).

Para opcionales ver página 21.

Evaporadores Cúbicos NK de Gran Superficie

Aplicación Congelados

Rendimientos con R-404A

Paso Aletas 9 mm

[MODELO ...]

Modelo	Precio €	Capac Nominal Dt ₁ =7K kW SC3	Capac Nominal Dt ₁ =6K kW SC4	Superf. m ²	Vol. inter. dm ³	Caudal aire m ³ /h	Proy. aire (3) m	Ventil. (4) N° x D	Dimensiones mm			Conexiones		Peso kg	Resist. deses. 400V / 3		
												Entrada "	Salida "				
									Largo	Alto	Ancho				N°	W	A
NKT 2x4D A2 S	4.020,00	9,3	7,1	56,0	21,9	10.400	19	2 x 450	2.015	735	700	5/8"	1 3/8"	160	6	9.000	13,0
NKT 2x4D A3 S	4.640,00	11,2	8,6	74,6	29,2	9.900	18	2 x 450	2.015	735	700	5/8"	1 3/8"	180	9	13.500	19,5
NKT 1x6D B2 S	4.430,00	12,3	9,3	70,0	27,4	14.800	37	1 x 630	1.665	1.170	900	5/8"	1 3/8"	190	9	10.350	14,9
NKT 3x4D A2 S	5.580,00	14,1	10,8	84,0	32,9	15.600	23	3 x 450	2.815	735	700	1 1/8"	1 5/8"	220	6	13.200	19,1
NKT 1x6D B3 S	5.020,00	15,0	11,4	93,3	36,5	14.250	35	1 x 630	1.665	1.170	900	7/8"	1 5/8"	220	12	13.800	19,9
NKT 3x4D A3 S	6.230,00	16,9	13,0	111,9	43,8	14.850	21	3 x 450	2.815	735	700	1 1/8"	2 1/8"	250	9	19.800	28,6
NKT 1x6D B4 S	5.630,00	17,2	13,2	116,6	45,6	13.800	34	1 x 630	1.665	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	240	15	17.250	24,9
NKT 1x8D C2 S	6.220,00	18,7	14,3	111,9	43,8	21.100	41	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 1/8"	2 1/8"	280	9	13.500	19,5
NKT 2x6Y B2 S	7.350,00	22,0	16,9	139,9	54,8	22.400	29	2 x 630	2.865	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	330	9	19.800	28,6
NKT 1x8D C3 S	7.120,00	22,6	17,4	149,2	58,4	20.100	39	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 1/8"	2 1/8"	320	12	18.000	26,0
NKT 2x6D B2 S	6.980,00	25,1	19,1	139,9	54,8	29.600	38	2 x 630	2.865	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	330	9	19.800	28,6
NKT 2x6D B3 S	7.960,00	30,6	23,4	186,6	73,0	28.500	37	2 x 630	2.865	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	370	12	26.400	38,1
NKT 2x6D B4 S	9.230,00	35,0	26,9	233,2	91,3	27.600	36	2 x 630	2.865	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	410	15	33.000	47,6
NKT 3x6D B2 S	9.930,00	38,0	29,0	209,9	82,2	44.400	45	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	470	9	29.250	42,2
NKT 2x8D C2 S	10.720,00	38,0	29,1	223,9	87,6	42.200	42	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	500	9	26.100	37,7
NKT 3x6D B3 S	11.240,00	45,6	35,0	279,8	109,5	42.750	43	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	530	12	39.000	56,3
NKT 2x8D C3 S	12.160,00	45,9	35,3	298,5	116,8	40.200	40	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	560	12	34.800	50,2
NKT 4x6D B2 S	12.740,00	50,5	38,6	279,8	109,5	59.200	50	4 x 630	5.265	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	610	9	38.700	55,9
NKT 3x6D B4 S	12.990,00	51,7	39,9	349,8	136,9	41.400	42	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	590	15	48.750	70,4
NKT 3x8D C2 S	15.010,00	57,2	43,8	335,8	131,4	63.300	49	3 x 800	5.315	1.425	1.060	2x1 3/8"	2x2 1/8"	710	9	38.700	55,9
NKT 4x6D B3 S	14.780,00	61,2	47,0	373,1	146,0	57.000	48	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 5/8"	2x2 1/8"	690	12	51.600	74,5
NKT 3x8D C3 S	17.300,00	68,6	52,8	447,7	175,3	60.300	47	3 x 800	5.315	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 5/8"	800	12	51.600	74,5
NKT 4x6D B4 S	17.350,00	70,5	53,7	466,4	182,6	55.200	47	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 5/8"	2x2 5/8"	770	15	64.500	93,1
NKT 4x8D C2 S	19.420,00	77,3	59,2	447,7	175,2	84.400	55	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 3/8"	2x2 5/8"	910	9	51.300	74,0
NKT 4x8D C3 S	22.330,00	92,6	71,3	597,0	233,7	80.400	53	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 5/8"	1.030	12	68.400	98,7

★NOTA: Rendimientos con R-404A, DT₁= 7K, SC3.
Rendimientos con R-404A, DT₁= 6K, SC4.
Para opcionales ver página 21.

Aplicación Congelados

Rendimientos con R-404A

Paso Aletas 12 mm

[MODELO ...]

Modelo	Precio €	Capac Nominal Dt ₁ =7K kW SC3	Capac Nominal Dt ₁ =6K kW SC4	Superf. m ²	Vol. inter. dm ³	Caudal aire m ³ /h	Proy. aire (3) m	Ventil. (4) N° x D	Dimensiones mm			Conexiones		Peso kg	Resist. deses. 400V / 3		
												Entrada "	Salida "				
									Largo	Alto	Ancho				N°	W	A
NKT 2x4D A2 T	3.830,00	8,0	6,1	43,5	21,9	10.600	20	2 x 450	2.015	735	700	5/8"	1 3/8"	160	6	9.000	13,0
NKT 2x4D A3 T	4.420,00	9,9	7,6	57,9	29,2	10.100	19	2 x 450	2.015	735	700	5/8"	1 3/8"	170	9	13.500	19,5
NKT 1x6D B2 T	4.210,00	10,6	8,1	54,3	27,4	14.950	37	1 x 630	1.665	1.170	900	5/8"	1 3/8"	190	9	10.350	14,9
NKT 3x4D A2 T	5.300,00	12,1	9,3	65,2	32,9	15.900	23	3 x 450	2.815	735	700	7/8"	1 5/8"	220	6	13.200	19,1
NKT 1x6D B3 T	4.770,00	13,2	10,1	72,4	36,5	14.500	36	1 x 630	1.665	1.170	900	7/8"	1 5/8"	210	12	13.800	19,9
NKT 3x4D A3 T	6.130,00	14,9	11,5	86,9	43,8	15.150	22	3 x 450	2.815	735	700	7/8"	1 5/8"	240	9	19.800	28,6
NKT 1x6D B4 T	5.430,00	15,3	11,8	90,5	45,6	14.050	35	1 x 630	1.665	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	230	15	17.250	24,9
NKT 1x8D C2 T	5.850,00	16,1	12,4	86,9	43,8	21.500	42	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 1/8"	2 1/8"	280	9	13.500	19,5
NKT 2x6Y B2 T	6.770,00	19,1	14,7	108,6	54,8	22.800	29	2 x 630	2.865	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	320	9	19.800	28,6
NKT 1x8D C3 T	7.240,00	20,0	15,4	115,9	58,4	20.550	40	1 x 800	2.115	1.425	1.060	1 1/8"	2 1/8"	310	12	18.000	26,0
NKT 2x6D B2 T	6.770,00	21,6	16,6	108,6	54,8	29.900	39	2 x 630	2.865	1.170	900	1 1/8"	2 1/8"	320	9	19.800	28,6
NKT 2x6D B3 T	7.570,00	26,8	20,6	144,8	73,0	29.000	38	2 x 630	2.865	1.170	900	1 3/8"	2 1/8"	360	12	26.400	38,1
NKT 2x6D B4 T	8.730,00	31,0	24,0	181,1	91,3	28.100	36	2 x 630	2.865	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	400	15	33.000	47,6
NKT 3x6D B2 T	9.430,00	32,6	25,0	163,0	82,2	44.850	45	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	460	9	29.250	42,2
NKT 2x8D C2 T	10.010,00	33,1	25,4	173,8	87,6	43.000	43	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 3/8"	2 5/8"	490	9	26.100	37,7
NKT 3x6D B3 T	10.690,00	39,7	30,6	217,3	109,5	43.500	44	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	520	12	39.000	56,3
NKT 2x8D C3 T	11.510,00	40,5	31,3	231,8	116,8	41.100	41	2 x 800	3.715	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	550	12	34.800	50,2
NKT 4x6D B2 T	12.130,00	43,2	33,1	217,3	109,5	59.800	51	4 x 630	5.265	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	600	9	38.700	55,9
NKT 3x6D B4 T	12.210,00	46,5	35,9	271,6	136,9	42.150	42	3 x 630	4.065	1.170	900	1 5/8"	2 5/8"	580	15	48.750	70,4
NKT 3x8D C2 T	14.150,00	49,5	38,0	260,7	131,4	64.500	50	3 x 800	5.315	1.425	1.060	1 5/8"	2 5/8"	700	9	38.700	55,9
NKT 4x6D B3 T	14.040,00	53,1	41,0	289,7	146,0	58.000	49	4 x 630	5.265	1.170	900	2x1 5/8"	2x2 1/8"	670	12	51.600	74,5
NKT 3x8D C3 T	16.130,00	60,7	46,8	347,6	175,3	61.650	48	3 x 800	5.315	1.425	1.060	1 5/8"	3 1/8"	790	12	51.600	74,5
NKT 4x6D B4 T	15.600,00	60,8	46,8	362,1	182,6	56.200	48	4 x 630	5.265	1.170	900	1 5/8"	3 1/8"	750	15	64.500	93,1
NKT 4x8D C2 T	18.380,00	66,3	51,0	347,6	175,2	86.000	56	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 3/8"	2x2 5/8"	890	9	51.300	74,0
NKT 4x8D C3 T	21.080,00	81,1	62,7	463,5	233,7	82.200	54	4 x 800	6.915	1.425	1.060	2x1 5/8"	2x2 5/8"	1.010	12	68.400	98,7

★NOTA: Rendimientos con R-404A, DT₁=7K, SC3.
Rendimientos con R-404A, DT₁=6K, SC4.

(3) Proyección de aire efectiva cuando la forma de carga de la cámara lo permite.

(4) Ventiladores: 450 => 400V/3/50-60Hz 610W /1,15 A (D) 410W/0,72 A (λ).
630 => 400V/3/50Hz 1.900W /3,20 A (D) 1.200W/1,95 A (λ).
800 => 400V/3/50Hz 2.000W /4,00 A (D) 1.250W/2,30 A (λ).

Para opcionales ver página 21.

Evaporadores Cúbicos NK de Gran Superficie

Opcionales desescarche y suplemento de precio

[A F KIT ...] [A F SUP DES ...] [A F CABLE ...]

Opcionales	Precio € Suministro en Kit para montaje en obra				Precio € Opcionales montados en Fabrica							E1U Resistencias desescarche 400V / 3			ELU 400V / 3			ECK 400V / 3			ECK Nº E1U			
	Kit E1K	Kit ECK	Kit RVK	Kit VGT	CMU	E1U	ELU	RVU	DAE	HG1	HGT	ECB	Nº	W	A	Nº	W	A	Nº	W		A		
NKT 1x6D B2 L	C o n s u l t a r	227,00				453,00	680,00		674,00				6	6.900	10,0	9	10.350	14,9	3	3.450	5,0	1		
NKT 1x6D B3 L		227,00				680,00	906,00		674,00				141,00	9	10.350	14,9	12	13.800	19,9	3	3.450	5,0	1	
NKT 1x6D B4 L		227,00				906,00	1.130,00		674,00				246,00	6	9.000	13,0	9	13.500	19,5	3	4.500	6,5	1	
NKT 1x8D C2 L		301,00				606,00	906,00		835,00					6	9.000	13,0	9	13.500	19,5	3	4.500	6,5	1	
NKT 1x8D C3 L		301,00				906,00	1.210,00		835,00				9	13.500	19,5	12	18.000	26,0	3	4.500	6,5	1		
NKT 2x4D A2 L		301,00				301,00	608,00		835,00				130,00	6	9.000	13,0	6	9.000	13,0					
NKT 2x4D A3 L		301,00				606,00	906,00		835,00					6	9.000	13,0	9	13.500	19,5	3	4.500	6,5	1	
NKT 2x6D B2 L		383,00				819,00	1.170,00		1.240,00				199,00	6	13.200	19,1	9	19.800	28,6	3	6.600	9,5	1	
NKT 2x6D B3 L		383,00				1.170,00	1.570,00		1.240,00					9	19.800	28,6	12	26.400	38,1	3	6.600	9,5	1	
NKT 2x6D B4 L		383,00				1.640,00	1.960,00		1.240,00				298,00	12	26.400	38,1	15	33.000	47,6	3	6.600	9,5	1	
NKT 2x6Y B2 L		383,00				819,00	1.170,00		1.240,00					6	13.200	19,1	9	19.800	28,6	3	6.600	9,5	1	
NKT 2x8D C2 L		568,00				1.130,00	1.700,00		1.560,00				165,00	6	17.400	25,1	9	26.100	37,7	3	8.700	12,6	1	
NKT 2x8D C3 L		568,00				1.700,00	2.030,00		1.560,00					9	26.100	37,7	12	34.800	50,2	3	8.700	12,6	1	
NKT 3x4D A2 L		383,00				762,00	819,00		1.240,00				240,00	6	13.200	19,1	6	13.200	19,1					
NKT 3x4D A3 L		383,00				819,00	1.170,00		1.240,00					6	13.200	19,1	9	19.800	28,6	3	6.600	9,5	1	
NKT 3x6D B2 L		636,00				1.280,00	1.920,00		1.730,00				426,00	6	19.500	28,1	9	29.250	42,2	3	9.750	14,1	1	
NKT 3x6D B3 L		636,00				1.920,00	2.290,00		1.730,00					9	29.250	42,2	12	39.000	56,3	3	9.750	14,1	1	
NKT 3x6D B4 L		636,00				2.290,00	2.850,00		1.730,00				359,00	12	39.000	56,3	15	48.750	70,4	3	9.750	14,1	1	
NKT 3x8D C2 L		573,00				1.140,00	1.720,00		2.290,00					6	25.800	37,2	9	38.700	55,9	3	12.900	18,6	1	
NKT 3x8D C3 L		573,00				1.720,00	2.300,00		2.290,00				589,00	9	38.700	55,9	12	51.600	74,5	3	12.900	18,6	1	
NKT 4x6D B2 L	573,00	1.140,00	1.720,00	2.290,00	6	25.800	37,2	9	38.700	55,9	3	12.900		18,6	1									
NKT 4x6D B3 L	573,00	1.720,00	2.300,00	2.290,00		9	38.700	55,9	12	51.600	74,5	3	12.900	18,6	1									
NKT 4x6D B4 L	573,00	2.300,00	2.860,00	2.290,00		12	51.600	74,5	15	64.500	93,1	3	12.900	18,6	1									
NKT 4x8D C2 L	748,00	1.500,00	2.250,00	3.050,00		6	34.200	49,4	9	51.300	74,0	3	17.100	24,7	1									
NKT 4x8D C3 L	748,00	2.250,00	2.510,00	3.050,00		9	51.300	74,0	12	68.400	98,7	3	17.100	24,7	1									

Suplemento de precio

[A F KIT ...] [A F SUP DES ...] [A F CABLE ...]

Opcionales	Precio € Suministro en Kit para montaje en obra Opcionales montados en Fabrica					
	Kit RVK	CMU	RVU	HG1	HGT	ECB
NKT 1x6D B2 C/S/T	143,00				*119,00	
NKT 1x6D B3 C/S/T	143,00				*119,00	141,00
NKT 1x6D B4 C/S/T	143,00				*119,00	
NKT 1x8D C2 C/S/T	155,00				*177,00	
NKT 1x8D C3 C/S/T	155,00				*177,00	246,00
NKT 2x4D A2 C/S/T	270,00				*177,00	
NKT 2x4D A3 C/S/T	270,00				*177,00	130,00
NKT 2x6D B2 C/S/T	272,00				*289,00	
NKT 2x6D B3 C/S/T	272,00				*289,00	
NKT 2x6D B4 C/S/T	272,00				*289,00	199,00
NKT 2x6Y B2 C/S/T	272,00				*289,00	
NKT 2x8D C2 C/S/T	305,00				*308,00	
NKT 2x8D C3 C/S/T	305,00				*308,00	298,00
NKT 3x4D A2 C/S/T	406,00				*289,00	
NKT 3x4D A3 C/S/T	406,00				*289,00	165,00
NKT 3x6D B2 C/S/T	424,00				*330,00	
NKT 3x6D B3 C/S/T	424,00				*330,00	
NKT 3x6D B4 C/S/T	424,00				*330,00	240,00
NKT 3x8D C2 C/S/T	458,00				*368,00	
NKT 3x8D C3 C/S/T	458,00				*368,00	426,00
NKT 4x6D B2 C/S/T	563,00				*368,00	
NKT 4x6D B3 C/S/T	563,00				*368,00	
NKT 4x6D B4 C/S/T	563,00				*368,00	359,00
NKT 4x8D C2 C/S/T	611,00				*413,00	
NKT 4x8D C3 C/S/T	611,00				*413,00	589,00



* Los precios indicados son menos importe del precio base del evaporador.

Compresores Discus

Rendimientos en W con R-404A/R-507*

[MODELO ...]

Compresor Modelo (2) X	Precio €	Desplaz. m³/h	CV	Temp. Cond. °C	Potencia Frigorífica con 20°C de Temperatura del Gas de Aspiración									
					ALTA					MEDIA				
					5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
D2DC-50X	2.820,00	16,8	5	30	19.500	16.200	13.250	10.700	8.500	6.600	5.000	3.650	+2.470	+1.500
				50	13.200	10.750	8.650	6.850	5.250	3.900	+2.700	+1.670		
D2DD-50X	2.900,00	19,3	5	30	22.400	18.600	15.300	12.450	9.950	7.750	5.950	4.350	+3.050	+1.960
				50	15.300	12.550	10.150	8.100	6.300	4.750	+3.400	+2.240		
D2DL-40X	2.780,00	23,7	4	30				15.300	12.550	10.150	8.050	6.300	4.800	3.500
				50				10.400	8.400	6.700	5.200	3.950	+2.290	+1.430
D2DL-75X	3.140,00	23,7	7,5	30	28.100	23.500	19.500	16.000	12.900	10.300	8.050	6.150	+4.550	+3.200
				50	19.900	16.500	13.600	11.050	8.850	6.950	5.300	3.900	+2.630	
D2DB-50X	3.360,00	28	5	30				18.400	15.100	12.150	9.650	7.450	5.650	+4.100
				50				12.850	10.400	8.250	6.400	4.800	+2.780	+1.730
D2DB-75X	3.430,00	28	7,5	30	33.500	27.900	23.200	19.200	15.600	12.550	9.950	7.750	+5.900	+4.350
				50	23.600	19.700	16.300	13.300	10.700	8.500	6.600	+4.900	+3.450	
D3DA-50X (1)	3.960,00	32,2	5	30						13.600	10.900	8.550	6.600	+4.950
				50						9.100	7.200	5.550	+3.300	+2.200
D3DA-75X (1)	4.240,00	32,2	7,5	30	38.000	32.000	26.600	21.900	17.800	14.200	11.200	8.600	+6.450	+4.650
				50	26.500	22.100	18.200	14.850	11.950	9.500	7.350	+5.550	+4.000	
D3DC-75X (1)	4.430,00	38	7,5	30						16.200	13.000	10.250	7.900	+5.950
				50						11.050	8.650	6.650	+3.950	+2.580
D3DC-100X (1)	4.570,00	38	10	30	45.000	38.000	31.500	26.100	21.300	17.200	13.650	10.650	+8.100	+6.000
				50	31.000	26.100	21.600	17.800	14.450	11.600	9.150	+7.000	+5.150	
D3DS-100X (1)	5.240,00	49,9	10	30						23.000	18.500	14.600	11.300	+8.550
				50						16.200	12.900	10.050	+6.400	+4.500
D3DS-150X (1)	5.260,00	49,9	15	30	59.000	50.000	41.500	34.500	28.500	23.200	18.600	14.750	+11.500	+8.750
				50	41.000	34.500	28.600	23.600	19.400	15.700	12.500	+9.800	+7.400	
D4DF-100X	5.890,00	56	10	30				38.500	31.500	25.500	20.300	15.900	12.150	+9.000
				50						16.900	13.100	9.900	+5.800	+3.600
D4DA-200X	6.420,00	56	20	30	67.000	56.500	47.000	38.500	31.500	25.200	19.900	15.400	+11.650	
				50	48.000	40.000	33.000	26.700	21.400	16.900	12.950	+9.550		
D4DL-150X	6.560,00	70,8	15	30				49.000	40.000	32.500	25.800	20.200	15.600	+11.800
				50						22.600	17.900	14.000	+8.950	+6.400
D4DH-250X	7.720,00	70,8	25	30	84.000	71.000	59.000	48.500	39.500	32.000	25.200	19.600	+14.800	
				50	60.500	50.500	41.500	34.000	27.200	21.500	16.600	+12.300		
D4DT-220X	7.460,00	84,7	22	30				56.500	46.500	38.000	31.000	24.500	19.200	+14.750
				50						25.000	19.800	15.500	+9.700	+6.750
D4DJ-300X	8.600,00	84,7	30	30	102.000	86.000	71.500	59.000	48.000	39.000	31.000	24.200	+18.500	
				50	72.500	60.500	50.000	41.000	33.000	26.400	20.600	+15.500		
D6DL-270X	9.150,00	106	27	30				70.000	58.000	47.000	38.000	30.500	23.900	+18.400
				50					39.000	31.500	24.900	19.500	+12.300	+8.600
D6DH-350X	10.280,00	106	35	30	125.500	106.000	88.500	73.500	60.000	48.500	38.500	30.000	+23.000	
				50	89.500	75.000	62.500	51.500	42.000	33.500	26.300	+19.700		
D6DT-320X	10.720,00	127	32	30				82.500	68.500	56.000	45.000	36.000	28.200	+21.700
				50					47.000	38.000	30.500	23.800	+15.100	+10.700
D6DJ-400X	11.540,00	127	40	30	150.500	126.500	105.500	87.000	71.000	57.000	45.500	35.500	+27.000	
				50	106.000	89.000	74.000	61.000	49.500	40.000	31.500	+24.100		
D8DL-370X	13.240,00	151	37	30				100.500	83.000	67.500	54.500	43.500	34.000	+26.200
				50						46.500	37.000	28.900	+18.300	+12.800
D8DH-500X	14.110,00	151	50	30	174.500	146.500	122.000	101.000	82.500	66.500	53.000	41.500	+29.300	+21.400
				50	121.000	101.500	84.500	69.500	56.500	45.500	36.000	+23.600	+16.500	
D8DT-450X	16.190,00	181	45	30					95.000	78.000	63.000	50.500	39.500	+30.500
				50						52.500	42.000	33.000	+21.100	+14.950
D8DJ-600X	16.700,00	181	60	30	204.500	172.000	143.000	118.000	96.500	77.500	62.000	48.500	+33.500	+24.400
				50	142.000	119.000	98.500	81.000	66.000	53.000	41.500	+27.100	+18.800	

* Para rendimientos con R-507, multiplicar rendimientos de R-404A por 1,03

★NOTA: Compresores con protección electrónica por termistores, no necesitan relé térmico adicional.

Compresores refrigerados por gas de aspiración.

Necesario presostato diferencial de aceite tipo mecánico u OP51, no incluido.

X Compresores con aceite polioléster, EAL Arctic 22CC.

+ Esta aplicación requiere ventilador adicional de culata, no incluido en precio.

■ Esta aplicación es con un recalentamiento de 20 K máximo.

(1) Estos compresores admiten reducción de capacidad continua Moduload H-Alta, L-Baja con extra precio montado de fábrica, ver precio página de extras y accesorios.

(2) Compresores utilizables con R-22. Para baja temperatura R-22, incrementar precios DEMAND COOLING y ventilador de culata. Compresores utilizables con R507, R407A, R407C, mismo precio.

TIPOS DE MOTORES

Tipo	Volt. ±10% / Hz	Arranque
EWL	220-240/3/50	Triángulo
EWL	380-420/3/50	Estrella
EWM	380-420/3/50	Estrella/Triángulo
AWR	220-240/3/50	Estrella/Estrella Part-Winding
AWM	380-420/3/50	Estrella/Estrella Part-Winding

Precio indicado de compresores con motor tipo AWM.

Para otras tensiones y frecuencias, consultar precio.

Para extras y accesorios ver página correspondiente.

Compresores D8 fabricados a partir del 11-05, con motor AWM. Revisar térmicos y contactores.

Compresores DK, DL y Discus R-134a

Compresores DK, DL

Rendimientos en W con R-134a

[MODELO ...]

Compresor Modelo X	Precio €	Desplaz. m³/h	CV	Temp Cond °C	Potencia Frigorífica con 20°C de Temperatura del Gas de Aspiración							
					ALTA		MEDIA		BAJA			
					10	7	5	0	-5	-10	-15	-20
DKM-5X	1.150,00	3,97	0,5	30	3.200	2.850	2.640	2.160	1.740	1.390	1.090	840
				50	2.380	2.110	1.940	1.570	1.250	970	740	540
DKJ-7X	1.190,00	5,13	0,75	30	4.250	3.800	3.500	2.880	2.330	1.860	1.460	1.120
				50	3.100	2.750	2.540	2.050	1.640	1.280	980	730
DKSJ-10X	1.230,00	6,33	1	30	5.100	4.600	4.250	3.500	2.810	2.250	1.780	1.380
				50	4.050	3.600	3.300	2.680	2.130	1.670	1.280	950
DKL-15X	1.250,00	7,38	1,5	30	5.900	5.300	4.900	4.050	3.250	2.620	2.070	1.610
				50	4.500	4.000	3.700	3.000	2.420	1.920	1.490	1.130
DKSL-15X	1.250,00	9,1	1,5	30	7.350	6.550	6.100	5.000	4.050	3.250	2.570	1.990
				50		5.000	4.650	3.750	3.050	2.410	1.880	1.420
DKSL-20X	1.270,00	9,10	2	30	7.600	6.750	6.250	5.150	4.150	3.350	2.620	2.040
				50	5.850	5.200	4.800	3.900	3.150	2.470	1.910	1.440
DLE-20X	1.470,00	9,86	2	30	8.000	7.150	6.600	5.350	4.300	3.350	2.590	1.940
				50	5.750	5.100	4.700	3.750	2.950	2.260	1.690	1.190
DLF-20X	1.880,00	12,90	2	30	10.500	9.350	8.650	7.050	5.650	4.500	3.500	2.660
				50	7.800	6.900	6.350	5.100	4.050	3.150	2.360	1.700
DLJ-20X	1.880,00	14,5	2	30	11.600	10.350	9.600	7.850	6.350	5.100	4.000	3.100
				50	8.550	7.600	7.000	5.650	4.550	3.550	2.730	2.030
DLL-30X	1.970,00	18,2	3	30	15.100	13.450	12.450	10.150	8.150	6.450	5.050	3.850
				50	11.350	10.050	9.250	7.450	5.900	4.550	3.450	2.480
DLSG-40X	2.160,00	22,50	4	30	18.800	16.800	15.600	12.750	10.350	8.250	6.500	5.050
				50	14.350	12.800	11.800	9.600	7.700	6.050	4.700	3.500

Compresores Discus

Rendimientos en W con R-134a

[MODELO ...]

Compresor Modelo X	Precio €	Desplaz. m³/h	CV	Temp Cond °C	Potencia Frigorífica con 20°C de Temperatura del Gas de Aspiración							
					ALTA		MEDIA		BAJA			
					10	7	5	0	-5	-10	-15	-20
D2DL-40X (2)	2.780,00	23,7	4	30	20.000	17.800	16.400	13.350	10.700	8.400	6.500	4.900
				50	15.000	13.250	12.200	9.800	7.750	6.000	4.550	3.250
D2DB-50X (2)	3.360,00	28	5	30	24.600	21.900	20.200	16.500	13.250	10.500	8.150	6.150
				50	18.800	16.700	15.300	12.400	9.850	7.700	5.850	4.250
D3DA-50X (1) (2)	3.960,00	32,2	5	30	27.100	24.200	22.400	18.300	14.750	11.700	9.150	7.050
				50	21.000	18.700	17.200	13.900	11.100	8.700	6.650	4.900
D3DC-75X (1) (2)	4.430,00	38	7,5	30	33.000	29.200	27.100	22.100	17.900	14.300	11.250	8.650
				50	25.200	22.400	20.700	16.800	13.500	10.700	8.250	6.200
D3DS-100X (1) (2)	5.240,00	49,9	10	30	42.000	37.500	35.000	28.600	23.200	18.500	14.550	11.250
				50	33.000	29.400	27.100	22.100	17.800	14.150	11.050	8.350
D4DA-100X (2)	5.890,00	56	10	30	49.500	44.000	41.000	33.500	27.500	22.100	17.600	13.800
				50	37.000	33.000	30.500	24.900	20.200	16.100	12.600	9.650
D4DH-150X (2)	6.560,00	70,8	15	30	60.500	54.000	50.000	41.000	33.000	26.400	20.700	15.900
				50	46.000	40.500	37.500	30.500	24.200	19.000	14.500	10.700
D4DJ-200X (2)	7.390,00	84,7	20	30	72.500	65.000	60.500	49.500	40.500	33.000	26.200	20.700
				50	55.000	49.000	45.500	37.500	30.500	24.300	19.200	14.800
D6DH-200X (2)	8.400,00	106	20	30	91.500	82.000	76.000	62.500	51.000	41.000	33.000	25.700
				50	70.500	63.000	58.000	47.500	38.500	31.000	24.300	18.700
D6DJ-300X (2)	10.530,00	127	30	30	109.000	98.000	90.500	75.000	61.000	49.500	39.500	31.000
				50	82.000	73.500	68.000	55.500	45.500	36.500	28.700	22.200
D8DH-400X (2)	13.870,00	151	40	30	123.000	110.000	102.000	83.500	68.000	54.500	43.000	34.000
				50	96.500	86.000	79.500	65.000	52.500	41.500	32.500	24.700
D8DJ-500X (2)	16.380,00	181	50	30	143.500	128.500	119.000	97.500	79.000	63.500	50.000	39.000
				50	112.500	100.000	92.500	75.500	60.500	48.000	37.500	28.400

★NOTA:

Disponibles para temp. condensación a +80°C. y temp. evap. +25°C. Compresores con protección electrónica por termistores, no necesitan relé térmico adicional.

Compresores DK y DL refrigerados por aire, o serpentín de agua.

Compresores D2, D3, D4, D6 y D8 refrigerados por gas de aspiración.

(2) Necesario presostato diferencial de aceite tipo mecánico u OPS1 (no incluido).

X - Compresores con aceite polioléster, EAL Arctic 22CC

(1) Estos compresores admiten reducción de capacidad continua Moduload H-Alta, L-Baja con extra de precio montado de fábrica, ver precio página de extras y accesorios.

Para extras y accesorios ver página correspondiente.

TIPOS DE MOTORES

Tipo	Volt. ±10%/~Hz	Arranque
CAG	220-230/1/50	Directo (CONSULTAR PRECIO).
EWL	220-240/3/50	Triángulo
EWL	380-420/3/50	Estrella
EWM	380-420/3/50	Estrella/Triángulo
AWR	220-240/3/50	Estrella/Estrella Part-Winding
AWM	380-420/3/50	Estrella/Estrella Part-Winding

Precio indicado de compresores DK y DL con motor EWL, y de compresores Discus con motor tipo AWM. Para otras tensiones y frecuencias, consultar precio.

Compresores D8 fabricados a partir del 11-05, con motor AWM. Revisar térmicos y contactores.



Compresores DK, DL, Serie S, Discus y Dos Etapas R-22

DWM COPELAND

Rev. 06-10-08

Compresores DK, DL

[MODELO ...]

Compresor + Modelo*	Precio €	Desplaz. m³/h	CV	Temp Cond. °C	Aplicación Refrigerante R-22
DKM-50	1.150,00	3,97	0,5	30 50	ML
DKM-75	1.190,00	3,97	0,75	30 50	HML
DKJ-75	1.190,00	5,13	0,75	30 50	ML
DKJ-100	1.230,00	5,13	1	30 50	HML
DKSJ-100	1.230,00	6,33	1	30 50	L
DKSJ-150	1.250,00	6,33	1,5	30 50	HML
DKL-150	1.250,00	7,38	1,5	30 50	L
DLE-201	1.470,00	9,86	2	30 50	HML
DLF-201	1.880,00	12,9	2	30 50	L
DLF-301	1.970,00	12,9	3	30 50	HML
DLJ-301	1.970,00	14,5	3	30 50	HML
DLL-301	1.970,00	18,2	3	30 50	L
DLL-401	2.160,00	18,2	4	30 50	HML
DLSG-401	2.160,00	22,5	4	30 50	L

Compresores de Dos Etapas*

[MODELO ...]

Compresor Modelo*	Precio €	Desplaz. m³/h	CV	Temp Cond °C	Aplicación Refrigerante R-22
D9TK-0760 #	6.360,00	21,6/10,8	7,5	30 50	LX
D9TL-0760 #	6.550,00	25,3/12,7	7,5	30 50	LX
D9TH-1010 #	6.760,00	33/16,5	10	30 50	LX
D6TA-1500 #	10.200,00	56/28	15	30 50	LX
D6TH-2000 #	11.260,00	70,8/35,4	20	30 50	LX
D6TJ-2500 #	12.030,00	84,7/42,4	25	30 50	LX

★NOTA:

Compresor con protección electrónica por termistores, no necesita relé térmico adicional.

Compresores DK y DL refrigerados por aire o serpentín agua.

Compresores refrigerados por gas de aspiración. Necesario presostato diferencial de aceite tipo mecánico u OPS1 (no incluido).

DC Incluye Demand Cooling.

Z Necesario ventilador de culata (no incluido en el precio).

* Compresores con aceite mineral, Suniso 3GS.

+ En compresores refrigerados por agua, se requiere ventilador adicional de culata (no incluido).

Compresores D9T y D6T incluyen subenfriador líquido.

(1) Estos compresores admiten reducción de capacidad continua Moduload con extra precio montado de fábrica, ver precio página de extras y accesorios correspondiente.

TIPOS DE MOTORES

Tipo	Volt. ±10%/~Hz	Arranque
CAG	220-230/1/50	Directo (CONSULTAR PRECIO)
EWL	220-240/3/50	Triángulo
EWL	380-420/3/50	Estrella
EWM	380-420/3/50	Estrella/Triángulo (Bajo pedido)
AWR	220-240/3/50	Estrella/Estrella Part-Winding
AWM	380-420/3/50	Estrella/Estrella Part-Winding

Para DK, DL: Precio indicado de compresores con motor tipo EWL. Para otras tensiones y frecuencias, Consultar precio.

Para D2, D3, D4, D6 y D8: Precio indicado de compresores con motor tipo AWM, otras tensiones y frecuencias, consultar precio.

Compresores Discus

[MODELO ...]

Compresor Modelo*	Precio €	Desplaz. m³/h	CV	Temp Cond. °C	Aplicación Refrigerante R-22
D2DC-500	2.820,00	16,8	5	30 50	HM
D2DD-500	2.900,00	19,3	5	30 50	HM
D2DL-400 DC Z	3.840,00	23,7	4	30 50	MLX
D2DL-750	3.140,00	23,7	7,5	30 50	HM
D2DB-500 DC Z	4.420,00	28	5	30 50	MLX
D2DB-750	3.430,00	28	7,5	30 50	HM
D3DA-500 DC Z	5.020,00	32,2	5	30 50	LX
D3DA-750 (1)	4.240,00	32,2	7,5	30 50	HM
D3DC-750 DC Z	5.490,00	38	7,5	30 50	LX
D3DC-1000 (1)	4.570,00	38	10	30 50	HM
D3DS-1000 DC Z	6.300,00	49,9	10	30 50	LX
D3DS-1500 (1)	5.260,00	49,9	15	30 50	HM
D4DF-1000 DC Z	7.010,00	56	10	30 50	LX
D4DA-2000	6.420,00	56	20	30 50	HM
D4DL-1500 DC Z	7.680,00	70,8	15	30 50	LX
D4DH-2500	7.720,00	70,8	25	30 50	HM
D4DT-2200 DC Z	8.580,00	84,7	22	30 50	LX
D4DJ-3000	8.600,00	84,7	30	30 50	HM
D6DL-2700 DC Z	10.420,00	106	27	30 50	LX
D6DH-3500	10.280,00	106	35	30 50	HM
D6DT-3200 DC Z	11.990,00	127	32	30 50	LX
D6DJ-4000	11.540,00	127	40	30 50	HM
D8DH-5000	14.110,00	151	50	30 50	HM
D8DJ-6000	16.700,00	181	60	30 50	HM

Compresores Serie S

[MODELO ...]

Compresor Modelo*	Precio €	Desplaz. m³/h	CV	Temp Cond °C	Aplicación Refrigerante R-22
D4SA-2000	5.050,00	56	20	30 40 50	HM
D4SH-2500	6.070,00	70,8	25	30 40 50	HM
D6SA-3000	7.860,00	84	30	30 40 50	HM
D4SJ-3000	6.930,00	84,7	30	30 40 50	HM
D6SH-3500	8.190,00	106,3	35	30 40 50	HM
D6SJ-4000	8.980,00	127,2	40	30 40 50	HM
D6SK-5000	10.060,00	151,8	50	30 40 50	HM
D8SJ-6000	13.310,00	180,6	60	30 40 50	HM
D8SK-7000	15.260,00	210	70	30 40 50	HM

Para extras y accesorios ver página correspondiente.

Compresores D8 fabricados a partir del 11-05, con motor AWM. Revisar térmicos y contactores.



Condensadores Aire Helicoidales WA

WA

62 modelos de 7,5 a 198 kW: 34 modelos de base más 28 modelos obtenidos por ensambladura de 2 modelos de base idénticos (2 o 3 ventiladores). Instalación aire horizontal o aire vertical a elección en estándar.

Carrocería

Concebidos en chapa de acero galvanizada, los condensadores de la gama WA se benefician de una excelente protección contra la corrosión gracias a la aplicación de una pintura poliéster resistente a los rayos UV y a la utilización de chapa de acero galvanizada prelacada de color gris RAL7035.

La ensambladura de los componentes (ventiladores, batería de intercambio) se realiza con unos tornillos en acero inoxidable, el conjunto permite una excelente resistencia a la corrosión.

Intercambiador de alto rendimiento

Los condensadores de la gama WA están equipados de una batería con aletas, de gran rendimiento, compuesta de tubos ranurados de Ø 3/8" (9,53 mm) dispuestos al tresbolillo (25,4 x 19 mm) en el flujo de aire y de aletas de aluminio perfiladas, paso de aletas 2,12 mm, optimizando el coeficiente de intercambio térmico.

Ventilación

Los condensadores de la gama WA están equipados de motoventiladores helicoidales: Ø 500 mm, 2 velocidades: 04/06P = 1500/1000 r.p.m. o 08/12P = 750/500 r.p.m., y Ø 630 mm, 2 velocidades: 04/06P = 1500/1000 r.p.m., 06/08P = 1000/750 r.p.m., 08/12P = 750/500 r.p.m. o 12/16P = 500/375 r.p.m., 400 V, trifásico, 50 Hz (50-60 Hz para motores 08/12P y 12/16P), monobloque, con rotor exterior, con protector térmico incorporado IP 54, clase F, no necesitando ningún mantenimiento sistemático.

Las hélices perfiladas, de alto rendimiento, tienen muy bajo nivel sonoro. Las rejillas de protección están en conformidad con la norma NF E51.190. Conexión motor 2 velocidades: Δ = gran velocidad, λ = pequeña velocidad.

Coeficiente P/Q_{0m} Compresores abiertos

Temp. de evaporación te (°C)	Temp. de condensación (°C)						
	30	35	40	45	50	55	60
-35	1,36	1,41	1,44	*	*	*	*
-30	1,31	1,36	1,40	1,44	*	*	*
-25	1,27	1,32	1,36	1,41	1,45	*	*
-20	1,24	1,28	1,31	1,35	1,39	1,44	*
-15	1,20	1,24	1,27	1,31	1,35	1,39	1,44
-10	1,18	1,21	1,24	1,27	1,31	1,35	1,40
-5	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27	1,31	1,36
0	1,13	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27	1,31
+5	1,10	1,13	1,15	1,18	1,21	1,24	1,28
+10	1,08	1,11	1,13	1,15	1,17	1,21	1,24

* Coeficiente de potencia de compresión si no reconoce la potencia absorbida.

Compresores refrigerados por gas de aspiración

Temp. de evaporación te (°C)	Temp. de condensación (°C)						
	30	35	40	45	50	55	60
-40	1,64	1,69	1,76	1,86	2,03	*	*
-35	1,56	1,61	1,66	1,73	1,83	*	*
-30	1,48	1,53	1,57	1,62	1,69	*	*
-25	1,42	1,46	1,50	1,54	1,60	1,68	*
-20	1,37	1,40	1,44	1,48	1,53	1,60	*
-15	1,32	1,35	1,38	1,43	1,48	1,53	1,58
-10	1,28	1,31	1,34	1,37	1,42	1,46	1,52
-5	1,23	1,26	1,29	1,33	1,37	1,41	1,45
0	1,20	1,22	1,25	1,28	1,32	1,36	1,39
+5	1,16	1,19	1,21	1,24	1,28	1,31	1,34
+10	1,13	1,15	1,18	1,21	1,23	1,26	1,29

* Fuera de los límites de utilización de un compresor de una fase.

Coeficiente de altitud: C1 Altitud m

Altitud m	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
C1	1	0,99	0,97	0,96	0,95	0,93	0,92	0,9	0,89	0,88	0,86	0,85	0,84	0,82

Coeficiente de DT1: C2

DT1	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
C2	0,53	0,60	0,67	0,73	0,80	0,87	0,93	1	1,07	1,13	1,20

Corrección presión sonora con arreglo a la distancia: C5

Distancia m	5	6	8	10	12	16	32	64	128
dB	+6	+4,5	+2	0	-1,5	-4	-10	-16	-22

Opciones

Batería:

- MCI** Multicircuitos.
En aparatos equipados de 2 y 3 ventiladores.
- BCA** Protección catafóresis de las aletas.

Ventiladores:

- Ø 500 mm**
- M60** Motoventilador trifásico 60 Hz
04/06P 400 V/3
- MM5** Motoventilador monofásico 50 Hz
04P 230 V/1
- M23** Motoventilador trifásico 230 V *
04/06P 50 Hz
08/12P 50-60 Hz
- Ø 630 mm**
- M60** Motoventilador trifásico 60 Hz
06/08P 400 V/3
- MM5** Motoventilador monofásico 50 Hz
06P 230 V/1 520 W - 2,4 A
- M23** Motoventilador trifásico 230 V *
04/06P 50 Hz
06/08P 50 Hz
08/12P 50-60 Hz
12/16P 50-60 Hz

Otras opciones:

- Consúltenos
- * Motoventiladores no disponibles en stock.



Coeficiente temperatura C3

t1.1	15	20	25	30	35	40	45	50
C3	1,03	1,02	1	0,98	0,96	0,94	0,92	0,91

Coeficiente fluido frigorígeno: C4

Fluido frigorígeno	R134a	R22	R404A
C4	0,93	0,96	1

Circuitos opcionales

[MODELO ...]

Descripción	Precio €
Circuito base	113,00
Por el número de circuitos totales	51,30
Dos circuitos iguales, total	33,00

Condensadores Aire Helicoidales WA

FRIGA-BONN

Rev. 06-10-08

Rendimientos con R-404A

[MODELO ...]

Modelo	Precio €	Potencia kW Dt=15K	Superf. m ²	Ventilador		Nivel sonoro 10 m dB(A)
				Nº	Diam. mm	
WA-10-08/12P E	1.250,00	7,49	17,50	1	500	27
WA-13-08/12P E	1.360,00	8,77	26,25	1	500	27
WA-10-08/12P T	1.250,00	8,83	17,50	1	500	33
WA-14-08/12P E	1.470,00	9,14	35,00	1	500	27
WA-13-08/12P T	1.360,00	10,60	26,25	1	500	33
WA-14-08/12P T	1.470,00	11,28	35,00	1	500	33
WA-15-04/06P E	1.250,00	11,56	17,50	1	500	50
WA-15-04/06P T	1.250,00	12,66	17,50	1	500	52
WA-19-04/06P E	1.360,00	14,66	26,25	1	500	47
WA-21-08/12P E	1.990,00	14,98	35,00	2	500	30
WA-22-04/06P E	1.470,00	16,09	35,00	1	500	47
WA-19-04/06P T	1.360,00	16,53	26,25	1	500	52
WA-23-12/16P E	2.620,00	16,59	71,60	2	630	26
WA-24-12/16P E	2.830,00	16,76	95,40	2	630	26
WA-26-08/12P E	2.250,00	17,55	52,50	2	500	30
WA-21-08/12P T	1.990,00	17,65	35,00	2	500	36
WA-27-08/12P E	2.500,00	18,28	70,00	2	500	30
WA-22-04/06P T	1.470,00	18,76	35,00	1	500	52
WA-26-08/12P T	2.250,00	21,19	52,50	2	500	36
WA-23-12/16P T	2.620,00	21,80	71,60	2	630	33
WA-24-12/16P T	2.830,00	22,44	95,40	2	630	33
WA-32-08/12P E	2.760,00	22,48	52,50	3	500	32
WA-27-08/12P T	2.500,00	22,57	70,00	2	500	36
WA-30-04/06P E	1.990,00	23,11	35,00	2	500	50
WA-28-12/16P E	4.350,00	24,88	107,40	3	630	28
WA-29-12/16P E	4.750,00	25,13	143,10	3	630	28
WA-30-04/06P T	1.990,00	25,32	35,00	2	500	55
WA-34-08/12P E	2.620,00	25,86	71,60	2	630	36
WA-37-08/12P E	3.020,00	26,32	78,75	3	500	32
WA-32-08/12P T	2.760,00	26,48	52,50	3	500	38
WA-36-08/12P E	2.830,00	26,63	95,40	2	630	36
WA-40-08/12P E	3.280,00	27,42	105,00	3	500	32
WA-39-04/06P E	2.250,00	29,32	52,50	2	500	50
WA-2x21-08/12P E	3.980,00	29,96	70,00	4	500	33
WA-37-08/12P T	3.020,00	31,79	78,75	3	500	38
WA-44-04/06P E	2.500,00	32,18	70,00	2	500	50
WA-28-12/16P T	4.350,00	32,70	107,40	3	630	35
WA-39-04/06P T	2.250,00	33,05	52,50	2	500	55
WA-2x23-12/16P E	5.230,00	33,18	143,20	4	630	29
WA-2x24-12/16P E	5.670,00	33,52	190,80	4	630	29
WA-29-12/16P T	4.750,00	33,67	143,10	3	630	35
WA-40-08/12P T	3.280,00	33,85	105,00	3	500	38
WA-34-08/12P T	2.620,00	34,53	71,60	2	630	44
WA-48-04/06P E	2.760,00	34,67	52,50	3	500	52
WA-41-06/08P E	2.620,00	35,09	71,60	2	630	45
WA-2x26-08/12P E	4.490,00	35,10	105,00	4	500	33
WA-2x21-08/12P T	3.980,00	35,30	70,00	4	500	39
WA-36-08/12P T	2.830,00	36,16	95,40	2	630	44
WA-2x27-08/12P E	5.010,00	36,56	140,00	4	500	33
WA-42-06/08P E	2.830,00	37,32	95,40	2	630	45
WA-44-04/06P T	2.500,00	37,51	70,00	2	500	55
WA-48-04/06P T	2.760,00	37,98	52,50	3	500	57
WA-47-08/12P E	4.350,00	38,79	107,40	3	630	38
WA-51-08/12P E	4.750,00	39,95	142,10	3	630	38
WA-2x26-08/12P T	4.490,00	42,38	105,00	4	500	39
WA-41-06/08P T	2.620,00	42,62	71,60	2	630	52
WA-2x23-12/16P T	5.230,00	43,60	143,20	4	630	36
WA-58-04/06P E	3.020,00	43,98	78,75	3	500	52
WA-2x24-12/16P T	5.670,00	44,88	190,80	4	630	36
WA-2x32-08/12P E	5.520,00	44,96	105,00	6	500	35
WA-2x27-08/12P T	5.010,00	45,14	140,00	4	500	39
WA-42-06/08P T	2.830,00	45,93	95,40	2	630	52
WA-2x30-04/06P E	3.980,00	46,22	70,00	4	500	53
WA-54-04/06P E	3.220,00	47,07	71,60	2	630	54
WA-67-04/06P E	3.280,00	48,27	105,00	3	500	52
WA-58-04/06P T	3.020,00	49,58	78,75	3	500	57

Modelo	Precio €	Potencia kW Dt=15K	Superf. m ²	Ventilador		Nivel sonoro 10 m dB(A)
				Nº	Diam. mm	
WA-2x28-12/16P E	8.690,00	49,76	214,80	6	630	31
WA-2x29-12/16P E	9.500,00	50,26	286,20	6	630	31
WA-2x30-04/06P T	3.980,00	50,64	70,00	4	500	58
WA-51-08/12P T	4.750,00	51,24	142,10	3	630	46
WA-59-04/06P E	3.680,00	51,43	95,40	2	630	54
WA-2x34-08/12P E	5.230,00	51,72	143,20	4	630	39
WA-47-08/12P T	4.350,00	51,80	107,40	3	630	46
WA-57-06/08P E	4.350,00	52,64	107,40	3	630	47
WA-2x37-08/12P E	6.040,00	52,64	157,50	6	500	35
WA-2x32-08/12P T	5.520,00	52,96	105,00	6	500	41
WA-2x36-08/12P E	5.670,00	53,26	190,80	4	630	39
WA-2x40-08/12P E	6.550,00	54,84	210,00	6	500	35
WA-65-06/08P E	4.750,00	55,99	143,10	3	630	47
WA-67-04/06P T	3.280,00	56,27	105,00	3	500	57
WA-54-04/06P T	3.220,00	56,56	71,60	2	630	62
WA-2x39-04/06P E	4.490,00	58,64	105,00	4	500	53
WA-59-04/06P T	3.680,00	62,57	95,40	2	630	62
WA-2x37-08/12P T	6.040,00	63,58	157,50	6	500	41
WA-57-06/08P T	4.350,00	63,93	107,40	3	630	54
WA-2x44-04/06P E	5.010,00	64,36	140,00	4	500	53
WA-2x28-12/16P T	8.690,00	65,40	214,80	6	630	38
WA-2x39-04/06P T	4.490,00	66,10	105,00	4	500	58
WA-2x29-12/16P T	9.500,00	67,34	286,20	6	630	38
WA-2x40-08/12P T	6.550,00	67,70	210,00	6	500	41
WA-65-06/08P T	4.750,00	68,90	143,10	3	630	54
WA-2x34-08/12P T	5.230,00	69,06	143,20	4	630	47
WA-2x48-04/06P E	5.520,00	69,34	105,00	6	500	55
WA-2x41-06/08P E	5.230,00	70,18	143,20	4	630	48
WA-81-04/06P E	5.270,00	70,65	107,40	3	630	56
WA-2x36-08/12P T	5.670,00	72,32	190,80	4	630	47
WA-2x42-06/08P E	5.670,00	74,64	190,80	4	630	48
WA-2x44-04/06P T	5.010,00	75,02	140,00	4	500	58
WA-2x48-04/06P T	5.520,00	75,96	105,00	6	500	60
WA-2x47-08/12P E	8.690,00	77,58	214,80	6	630	41
WA-95-04/06P E	5.620,00	79,13	143,10	3	630	56
WA-2x51-08/12P E	9.500,00	79,90	284,20	6	630	41
WA-2x41-06/08P T	5.230,00	85,24	143,20	4	630	55
WA-81-04/06P T	5.270,00	85,27	107,40	3	630	64
WA-2x58-04/06P E	6.040,00	87,96	157,50	6	500	55
WA-2x42-06/08P T	5.670,00	91,86	190,80	4	630	55
WA-2x54-04/06P E	6.450,00	94,14	143,20	4	630	57
WA-2x67-04/06P E	6.550,00	96,54	210,00	6	500	55
WA-95-04/06P T	5.620,00	98,76	143,10	3	630	64
WA-2x58-04/06P T	6.040,00	99,16	157,50	6	500	60
WA-2x51-08/12P T	9.500,00	102,48	284,20	6	630	49
WA-2x59-04/06P E	7.350,00	102,86	190,80	4	630	57
WA-2x47-08/12P T	8.690,00	103,60	214,80	6	630	49
WA-2x57-06/08P E	8.690,00	105,28	214,80	6	630	50
WA-2x65-06/08P E	9.500,00	111,98	286,20	6	630	50
WA-2x67-04/06P T	6.550,00	112,54	210,00	6	500	60
WA-2x54-04/06P T	6.450,00	113,12	143,20	4	630	65
WA-2x59-04/06P T	7.350,00	125,14	190,80	4	630	65
WA-2x57-06/08P T	8.690,00	127,86	214,80	6	630	57
WA-2x65-06/08P T	9.500,00	137,80	286,20	6	630	57
WA-2x81-04/06P E	10.550,00	141,30	214,80	6	630	59
WA-2x95-04/06P E	11.250,00	158,26	286,20	6	630	59
WA-2x81-04/06P T	10.550,00	170,54	214,80	6	630	67
WA-2x95-04/06P T	11.250,00	197,52	286,20	6	630	67

★NOTA: Para resto de datos técnicos y dimensiones, consultar nuestra página web: Sección anexo.



Rev. 06-10-08

Válvulas Expansión Electrónica Paso-Paso

Válvulas de Expansión Electrónicas por Paso-paso

Las EX4/EX8 de ALCO son válvulas de expansión electrónicas cuya aplicación principal es la de garantizar un control preciso del flujo de refrigerante tanto en sistemas de refrigeración como de aire acondicionado.

Características

Diseño completamente hermético.

Accionada por un motor paso a paso.

Corto tiempo de apertura y cierre.

- Alta resolución.
- Excelente repetitividad.
- Función de cierre positivo que elimina el empleo de una válvula solenoide adicional.
- Modulación continua del flujo de refrigerante, sin tensiones (golpe de ariete) en el circuito de refrigeración.
- Puerto y corredera cerámico para conseguir un flujo preciso y un mínimo desgaste.
- Cuerpo de acero inoxidable resistente a la corrosión.
- Compatible con todos los CFCs, HCFCs y HFCs.



★NOTA: Montaje recomendado con motor en horizontal.

Válvula expansión electrónica por paso-paso [V EXP ELEC ...]

Código	Modelo	Precio €	Conexión entrada	Conexión salida	Patrón flujo
KW773	EX4-I21	188,90	3/8" ODF	5/8" ODF	Uni-flujo - 800615
KW771	EX5-U21	188,90	5/8" ODF	7/8" ODF	Uni-flujo - 800618
KW770	EX6-I21	234,30	7/8" ODF	1-1/8" ODF	Uni-flujo - 800620
KW1046	EX7-I21	342,20	11/8 ODF	13/8 ODF	Uni-flujo - 800624
KW1067	EX8-U21	683,30	13/8 ODF	13/8 ODF	Uni-flujo - 801970

★NOTA: Las válvulas EX4, EX5, EX6 y EX7 se entregan sin el cable + conector, pedir por separado. La válvula EX8 incluye el conector sin cable.

Cable Conector

[V EXP ELEC ...]

Código	Modelo	Precio €	Long. m	Tipo de conector a la válvula	Tipo de conector al módulo de control o al controlador
KW017	EX5-C60	14,40	6	M12, 4 pines (-25...+80°C)	Tipo Phoenix, Conexión con terminales para los controladores de Alco EC3.
KW013	EX5-N60	13,00	6	M12, 4 pines (-25...+80°C)	Conector con cable para controladores EXD y EC3.
KW774	EX5-L60	19,10	6	M12, 4 pines (-50...+80°C)	



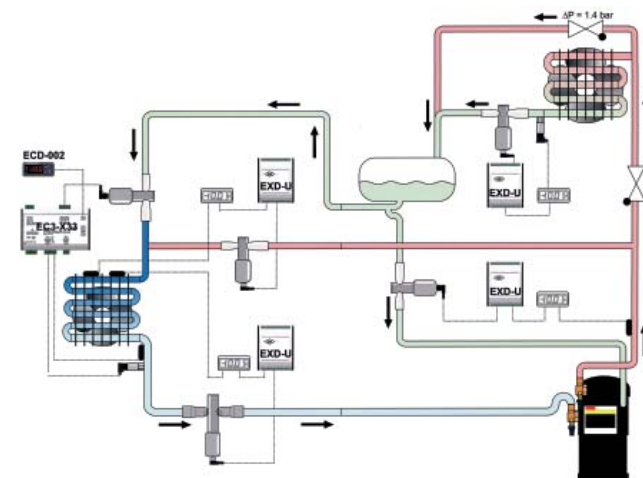
EX5-N60

Capacidades nominales entre un 10% y 100% en kW

Mod. Vál.	R-407C	R-22	R-134a	R-404A R-507	R-410A	R-23	R-124	R-744
EX4	2...17	2...16	1...13	1...11	2...19	2...18	1...9	3...33
EX5	5...53	5...50	4...39	4...35	6...58	5...54	3...28	10...102
EX6	15...126	15...120	10...93	10...84	15...140	13...130	7...67	24...244
EX7	35...347	35...330	25...255	25...230	40...385	-	-	70...670
EX8	100...925	90...880	70...680	60...613	100...1027	-	-	180...1789

La capacidad nominal está basada en las siguientes condiciones:

Refrigerante	Temperatura		
	Evaporación	Condensación	Subenfriamiento
R-404A, R-507, R-410A, R-22, R-134a	+4°C	+38°C	1K
R-407C	+4°C punto rocío	+38°C burbuja +43°C punto rocío	1K
R-124	+20°C	+80°C	1K
R-23	-60°C	-25°C	1K
R-744 (CO ₂)	-40°C	-10°C	1K



Válvula electrónica de expansión

Mod. Vál.	Temp. Cond. °C	Capacidad Máxima kW R-404A/R-507										
		Temperatura de Evaporación °C										
		5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
EX4	60	9	9	9	9	9	8	8	8	7	7	6
EX5		28	28	28	27	26	25	24	23	22	21	20
EX6		68	67	66	65	63	61	58	56	53	50	47
EX7		186	184	181	177	172	166	160	153	145	137	129
EX8		496	491	482	471	458	443	425	407	387	366	344
EX4	55	10	10	10	10	10	9	9	9	8	8	8
EX5		31	31	30	30	29	29	28	27	26	25	23
EX6		74	74	73	72	70	69	67	64	62	59	56
EX7		202	202	200	197	193	188	182	176	169	162	154
EX8		538	537	533	525	514	501	486	470	451	432	411
EX4	50	11	11	11	11	10	10	10	10	9	9	9
EX5		32	32	32	32	32	31	30	30	29	28	27
EX6		77	78	78	77	76	75	73	71	69	66	64
EX7		211	213	213	211	208	204	200	194	188	181	174
EX8		564	567	567	562	555	545	532	518	501	484	465
EX4	45	11	11	11	11	11	11	11	10	10	9	9
EX5		33	33	33	33	33	33	32	32	31	30	29
EX6		79	80	80	80	80	79	78	76	74	72	69
EX7		215	219	220	220	219	216	212	208	202	196	190
EX8		574	583	587	586	582	575	566	553	539	524	506
EX4	40	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10
EX5		33	33	34	34	34	34	34	33	32	32	31
EX6		78	80	81	82	82	81	81	79	78	76	74
EX7		214	219	223	225	225	223	221	217	213	208	202
EX8		570	585	594	598	598	595	588	578	567	553	538
EX4	35	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
EX5		31	33	34	34	34	34	34	34	33	33	32
EX6		75	79	81	82	83	83	82	81	80	79	77
EX7		207	215	221	225	226	226	225	223	219	215	210
EX8		551	574	590	599	603	604	600	594	585	573	560
EX4	30	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11
EX5		30	31	33	34	34	34	34	34	34	33	33
EX6		71	75	78	81	82	83	83	82	81	80	79
EX7		194	206	215	221	224	226	226	225	223	219	215
EX8		517	550	573	588	598	603	603	600	593	584	573
EX4	25	9	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11
EX5		27	29	31	32	33	34	34	34	34	34	33
EX6		64	70	74	78	80	81	82	82	81	80	79
EX7		174	191	204	213	218	222	224	224	223	220	217
EX8		465	510	543	566	582	592	596	597	593	587	579
EX4	20	7	8	9	10	10	11	11	11	11	11	11
EX5		22	26	28	30	32	33	33	33	33	33	33
EX6		53	62	68	73	76	78	80	80	80	80	79
EX7		146	170	187	200	208	214	218	219	220	218	216
EX8		388	453	499	532	555	571	580	585	585	582	576

★NOTA: Capacidades considerando 1,5 bar de caída de presión en línea de líquido.

Para rendimientos en líneas de gas caliente, de aspiración, como reguladores de presión, etc, consultar.

Controlador Válvula Expansión Electrónica Paso a Paso

Controlador de recalentamiento válvula expansión electrónica ALCO [V EXP ELEC MODULO ...]

Código	Modelo	Precio €	Para Válvula	Capacidad Regulación %	Refrigerantes	Recalentamiento Regulable K	MOP Regulable K
KW107 (807783)	EC3-X33	249,40	EX4	0-100	R-507, R-404A	Expansión seca 3 - 30 K	R-507, R-404A <+7°C
			EX5		R-410A, R407C	Inundado 0,5 - 30 K	R-410A, R407C <+15°C
			EX6		R-134a, R-124		R-134a <+15°C
			EX7		R-22, R-744		R-124 <+50°C
KW108 (807782)	EC3-X32* TCP/IP	340,00	EX8				R-22 <+13°C R-744 <-5°C (CO ₂)



EC3-X33



ECD-002



PT4M



K03-X33



ECN-N60

ECT-323

Un controlador para todas las válvulas, todos los refrigerantes, todos los recalentamientos, todos los MOP.

Control inteligente de recalentamiento, adaptado a cada tipo de refrigerante.

Incorpora batería recargable interna.

Asegura el cierre de la válvula, sustituye a la de expansión termostática y a la solenoide.

Relé de alarmas de defecto de sensores, de conexiones, de bajo recalentamiento, de batería de seguridad (G).

En caso de alarmas, o fallo de suministro eléctrico, cierra la válvula.

Parámetros fácilmente regulables mediante display opcional ECD-002 (No necesario para su funcionamiento).

Se puede utilizar para la regulación y quitarlo para regular otras válvulas o dejarlo puesto permanentemente.

Alimentación 24 Vac.

*Controlador con conexión TCP/IP además de relé de parada por baja.

Accesorios controlador

[V SOL KIT ...][V EXP ELEC ...][TRANSDUCTOR ...][V EXP CABLE ...]

Código	Modelo	Precio €	Características
KW1052	K03-X33	8,80	Kit terminales para EC3-X33
KW1084	K03-X32	10,30	Kit terminales para EC3-X32
KW2026	ECN-N60	25,10	Sensor de temperatura con cable de 6 m
KW1786	PT4-07M	103,70	Sensor de presión para R-507, R-404A, R-134a, R-407C, R-22, R-124
KW1780	PT4-18M	103,70	Sensor de presión para R-410A
KW1784	PT4-30M	103,70	Sensor de presión para R-744
KW1133	PT4-M60	13,50	Conector con cable de 6 m para sensor presión PT4
KW702	ECD-002	67,50	Display con teclado para programación. Indica estado de funcionamiento
KW1710	ECC-N30	4,40	Cable de 3 m, de conexión entre EC3-X33 y ECD-002 conectores RJ45
KW1688	ECT-323	17,60	Transformador 230-24 V de 25 VA, para 1 válvula
KW720	ECT-623	23,40	Transformador 230-24 V de 60 VA, para 2 válvulas



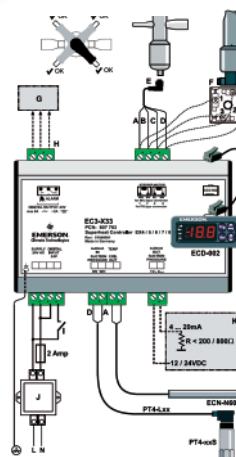
ECT-623



EX6



EX5-L60



Funcionamiento

Controla una válvula de expansión electrónica paso-paso.

Con solo un transductor de presión se pueden controlar 2 válvulas.

Mediante termostato externo, cerramos conexión "I" y la válvula empieza a dar frío, si abrimos conexión, cierra.

En cámaras con múltiples evaporadores, se puede emplear solo un termostato que active tantas válvulas como tengamos.

Ejemplo Pedido con 1 evaporador

EX5-U21	188,84	Válvula expansión electrónica paso-paso
EX5-L60	19,08	Cable-conector para válvula EX
EC3-X33	249,32	Controlador de recalentamiento
K03-X33	8,76	Kit terminales para EC3-X33
ECN-N60	25,03	Sensor de temperatura con cable de 6 m
PT4-07M	103,66	Sensor de presión para R-507, R-404A, R-134a, R-407C, R-22, R-124
PT4-M60	13,46	Conector con cable de 6 m
ECT-323	17,52	Transformador 230-24 V de 25 VA, para 1 válvula (ECT-623 para 2 válvulas)
	625,67	Subtotal mínimo

Ejemplo Pedido con 2 evaporadores

2 x EX5-U21	377,68
2 x EX5-L60	38,36
2 x EC3-X33	498,64
2 x K03-X33	17,52
2 x ECN-N60	50,06
1 x PT4-07M	103,66
1 x PT4-M60	13,46
1 x ECT-623	23,36
	Subtotal mínimo 1.122,74

Opcional para usar en múltiples válvulas

ECD-002	67,47	Display con teclado para programación. Indica estado de funcionamiento	67,47
ECC-N30	4,39	Cable de 3 m, de conexión entre EC3-X33 y ECD-002 conectores RJ45	4,39
	71,86	Subtotal opcional	71,86

★NOTA: Montaje recomendado con motor en horizontal.
Este controlador sustituye a todos los EXD-S... Es necesario cambiar el sensor de temperatura.



Rev. 06-10-08

Módulo para Válvula Expansión Electrónica Paso a Paso

Módulo EXD-U00

El módulo EXD-U00 modula los pasos de las válvulas EX5/EX6/EX7/EX8 de Alco.

Hace las funciones de:

- Válvula expansión electrónica.
- Válvula solenoide.
- Control de capacidad por by-pass de gas caliente.
- Regulador presión evaporación.
- Regulador presión de cárter.
- Regulador presión de condensación.



Características

- Señal de entrada de 4-20 mA ó 0-10V.
- Conectar y funcionar, funcionamiento automático.
- Fácil de configurar mediante switches.
- Fácil de cablear.
- Montaje en carril DIN.

El módulo EXD-U00, se debe conectar a un controlador que de 4-20 mA ó 0-10V en señal analógica. Cuando la señal es de 4mA ó 0V, la válvula estará completamente cerrada y cuando la señal sea de 20 mA ó 10V se abrirá completamente.

Mediante una señal digital externa, el módulo comienza a regular la válvula paso-paso.

Módulo para válvula de expansión

[V EXP ELEC ...]

Código	Modelo	Precio €	Descripción
KW003	EXD-U00	252,60	Módulo control universal 804557
KW005	K09-U00	7,20	Kit terminal eléctrico para EXD-U00
KW748	ECP-024	126,30	Batería de alimentación eléctrica
KW749	K09-P00	3,10	Kit terminal eléctrico para ECP-024
KW688	ECT-523	17,60	Transformador 230 V/24 V AC, 20 VA

Uso en válvula de expansión

Capacidad en kW

Modelo	R407C	R22	R134a	R404A	R410A
EX5	5 a 53	5 to 50	4 to 39	4 to 35	6 to 58
EX6	15 a 126	15 to 120	10 to 93	10 to 84	15 to 140
EX7	35 a 347	35 to 330	25 to 255	25 to 230	-
EX8	100 a 925	90 to 880	70 to 680	60 to 613	-

★NOTA: Capacidad nominal con evaporación + 4°C y condensación +38°C.

Uso en control de capacidad o control gas caliente

Capacidad en kW

Modelo	Kv m³/h	R22/R407C	R134a	R404A/R507
EX5	0,68	16	11	15
EX6	1,57	37	26	35
EX7	5,58	131	92	126
EX8	16,95	399	278	382

Uso como regulador de presión de evaporación o cárter

Capacidad en kW

Modelo	Kv m³/h	R407C	R22	R134a	R404A
EX7	5,58	14	15	11	13
EX8	16,95	42	45	34	38

Factor de corrección

Δ P, bar	0,10	0,15	0,20	0,30
Factor	0,82	1,00	1,15	1,41

Uso en regulador de presión de condensación

Capacidad en kW

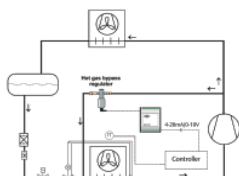
Modelo	Kv m³/h	R407C	R22	R134a	R404A
EX5	0,68	18	20	18	13
EX6	1,57	43	46	42	30
EX7	5,58	153	162	151	106
EX8	16,95	463	491	458	323

Factor de corrección

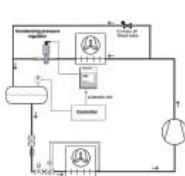
ΔP, bar	0,15	0,20	0,35
Factor	0,65	0,76	1,00

Datos técnicos

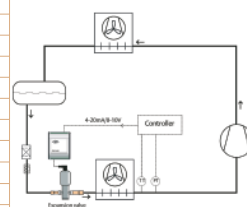
Alimentación	24 V AC ±10%, 50-60 Hz	24 V DC ±10%
Protección	Debe ser protegido por fusible externo 0,8 A	
Consumo	10 VA en combinación con EXV	
Temperatura de trabajo	-20 a +65°C	0 a +60°C
Humedad	< 90% H.r. no condensa	
Tipo de protección	IP20	
Normas aprobadas	EMC EN 61326-1, EN50081, EN50082	
Marcado	CE	
Señal entrada	4-20 mA 364 Ω	
Señal entrada	0-10 V 27 kΩ	
Entrada digital	24 Vca ±10%, 50-60Hz	24 Vcc ±10%
Conexión para EX5/EX6/EX7/EX8	4 cables de 6 m de longitud máxima AWG20/22	
Conector	Con tornillo de tamaño 0.5-2.5 mm2	
Accesorios	Kit terminal K09-U00	
Tipo de montaje	Montaje en carril DIN	
Carcasa	Aluminio	



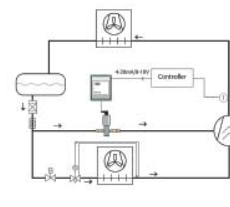
Aplicación: Control capacidad, control temperatura de descarga o by-pass de gas caliente.



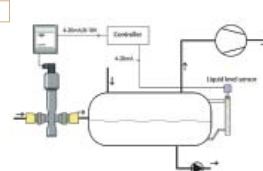
Aplicación: Regulador presión condensación.



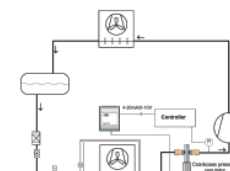
Aplicación: Válvula expansión.



Aplicación: Inyección de líquido.



Aplicación: Control nivel de líquido.



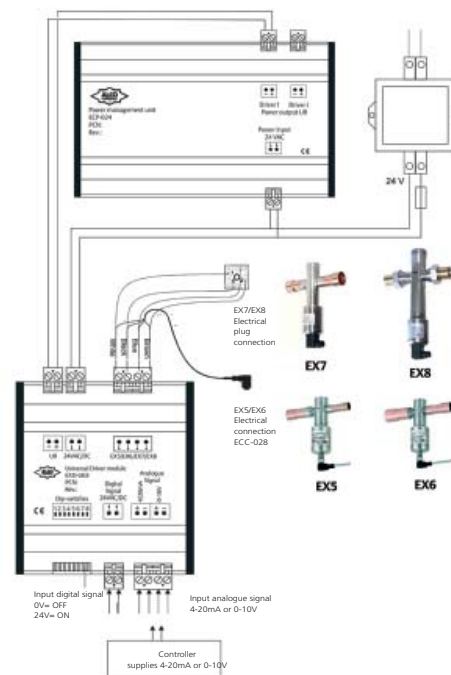
Aplicación: Regulación presión cárter.



K09-P00



K09-U00

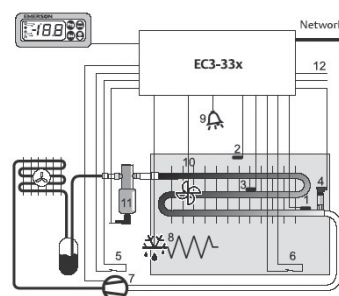


Controlador de Cámara para Válvula Expansión Electrónica Paso a Paso

Controlador de Cámaras Frigoríficas

Características

- Controlador de temperatura (termostato).
- Controlador de desescarche (programador).
- Controlador de alarmas (programador).
- Limitador de evaporación, función MOP.
- Controlador de recalentamiento con algoritmo para válvulas expansión electrónica, para EX4 a EX8.
- Con batería integrada para asegurar el cierre de la válvula si falla la corriente.
- Entradas digital de seguridad del compresor y apertura de puerta de la cámara.
- Todos los parámetros programables.
- Comunicación TCP/IP para comunicación LON, consultar.
- Montaje carril DIN.
- Uso de display para programación y control.



Serie EC3

[CONTROL CAM ...]

Código	Modelo TCP/IP	Precio €	Capacidad Regulación	Refrigerantes	Recalentamiento Regulable	MOP Regulable
KW1403 (807632)	EC3-332	397,20	0-100%	R-404A, R-507, R-407C, R-134a, R-22	3 a 20 K	-40°C a +40°C

Accesorios Controlador

Código	Modelo	Precio €	Descripción	Longitud cable
KW686	ECN-S15	10,60	Sensores NTC (Aire) (10 KΩ a 25°C)	1,5 m
KW693	ECN-S30	12,30		3 m
KW694	ECN-S60	14,10		6 m
KW689	ECN-P30	23,40	Sensores NTC (Tubería) (10 KΩ a 25°C)	3 m
KW696	ECN-P60	25,10		5 m
KW697	ECN-P80	28,60		8 m
KW1012	ECN-F60	25,10	Sensores NTC (Tipo aleta) (10 KΩ a 25°C)	6 m
KW1786	PT4-07M	103,70	Transductor de presión	-0.8...7 bar,
KW1131	PT4-M15	6,10	PT4-M15	Conector con cable 1,5 m largo para PT4
KW720	ECT-623	23,40	Transformador para EC2	230 VAC entrada, 24 V salida, 60VA
KW690	EC2-IRS	51,40	Mando a distancia. Idioma Español	
KW1057	K03-331	15,40	Kit de terminales para EC3-332	
KW695	ECD-001	67,50	Display con teclado para programación. Indica estado de funcionamiento	
KW1709	ECC-N10	2,20	Cable de 1 metro de conexión entre EC3-332 y ECD-001	



ECT-623



EC3-332 + ECD



PT4M



ECD



K03-331